BULLETIN
du MUSÉUM NATIONAL d'HISTOIRE NATURELLE

PUBLICATION BIMESTRIELLE

écologie générale

41

N° 512 MARS-AVRIL 1978

BULLETIN
du
MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

57, rue Cuvier, 75005 Paris

Le *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*, revue bimestrielle, paraît depuis 1895 et publie des travaux originaux relatifs aux diverses branches de la Science.

Les tomes 1 à 34 (1895-1928), constituant la 1re série, et les tomes 1 à 42 (1929-1970), constituant la 2e série, étaient formés de fascicules regroupant des articles divers.

De 1971 à 1977, le *Bulletin* 3e série est divisé en cinq sections (Zoologie — Botanique — Sciences de la Terre — Écologie générale — Sciences physico-chimiques) et les articles paraissent par fascicules séparés. A partir de 1978 lesarticles sont regroupés en fascicules bimestriels, par section.

S'adresser :

— pour les **échanges, abonnements et achats au numéro,** à la Bibliothèque centrale du Muséum national d'Histoire naturelle, Service des ventes, 38, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, 75005 Paris.

— pour tout ce qui concerne la **rédaction,** au Secrétariat du *Bulletin,* 57, rue Cuvier, 75005 Paris.

Abonnements pour l'année 1978

Abonnement général : France, 530 F ; Étranger, 580 F.

Zoologie : France, 410 F ; Étranger, 450 F.

Sciences de la Terre : France, 110 F ; Étranger, 120 F.

Botanique : France, 80 F ; Étranger, 90 F.

Écologie générale : France, 70 F ; Étranger, 80 F.

Sciences physico-chimiques : France, 25 F ; Étranger, 30 F.

International Standard Serial Number (ISSN) : 0027-4070.

BULLETIN DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
3e série, n° 512, mars-avril 1978, Écologie générale 41

SOMMAIRE

J. Nosek. — Madagascarian Protura. I. Taxonomy 3
J.-M. Betsch et J. Nosek. — Les Protoures de Madagascar. II. Écologie, phylogénie et zoogéographie 29
H. Dumont. — *Thermosbaena mirabilis* Monod, 1924 : situation actuelle de la population du biotope-type et proposition de mesures à prendre (Crustacea, Pancarida, Thermosbaenacea) 43

Bull. Mus. natn. Hist. nat., Paris, 3e sér., nº 512, mars-avril 1978,
Écologie générale 41 : 3-28.

Madagascarian Protura
I. Taxonomy

by Josef Nosek *

Résumé. — Deux nouveaux genres, *Madagascarentomon* et *Madagascaridia*, et seize espèces nouvelles, *Australentulus betschi*, *Australentulus dauphinense*, *Australentulus delamarei*, *Australentulus dituxeni*, *Berberentulus ruseki*, *Silvestridia ivontakaensis*, *Madagascaridia condei*, *Madagascarentomon condei*, *Eosentomon tapiasum*, *Eosentomon thibaudi*, *Eosentomon ankarafantsikaense*, *Eosentomon massoudi*, *Eosentomon françoisi*, *Eosentomon madagascariense*, *Eosentomon minutum*, *Eosentomon betschi*, sont décrits.

Introduction

The present taxonomical study is based on the material collected by Dr. J. M. Betsch in the first, second and third field work campaign of the RCP 225 [1] of the French National Research Centre during the years 1967, 1971-72, 1972-73. The aim of this investigation was the study of ecosystems of lower, middle and mountain elevation. (Étude des écosystèmes montagnards dans la région malgache). The Proturan synusies and their distribution in different ecosystems will be presented in the second contribution " Madagascarian Protura II, their ecology, phylogeny and zoogeography " (J. M. Betsch and J. Nosek).

ACERENTOMOIDEA Condé, 1951 ; Tuxen, 1964

Acerentomidae Silvestri, 1907

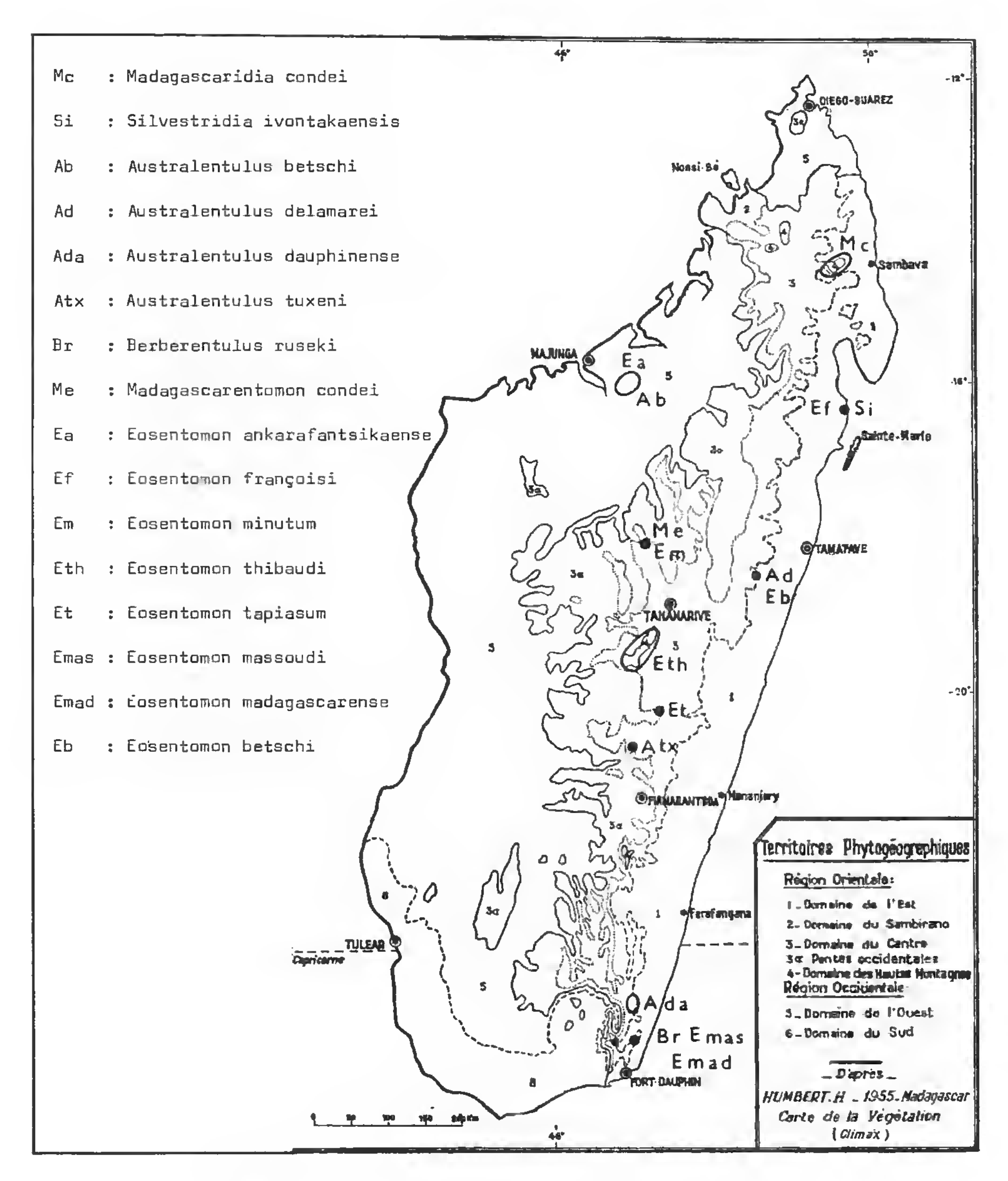
AUSTRALENTULUS Tuxen, 1967

Australentulus betschi n. sp.
(Figs 1 A-K)

Holotype : ♀ mounted in Swan's medium kept in Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, collection Brunoy. Habitat in which the animals (2 ♂♂, 1 ♀, 1 mat. jun.) were found : forest litter in a dry dense forest, 200 m alt., Ankarafantsika (N-W Madagascar), 23.III.1967, J. M. Betsch leg.

* *Institute of Virology, Slovak Academy of Sciences, Bratislava, Czechoslovakia.*

1. RCP 225 du CNRS « Études des écosystèmes montagnards dans la région malgache » ; responsable, Monsieur le Recteur Paulian. Cf. bibliographie *in* « Les Protoures de Madagascar. II. Écologie, phylogénie et zoogéographie ».



Mape 1. — The origin of holotypes (terra typica).

Description

Length of body 800 μm, of foretarsus without claw 74 μm.

Head : Head-capsule oval, with very small rostrum (fig. D). Maxillary palpi with two distinct sensillae, tapering towards apex, well developed. Labial palpi reduced, with

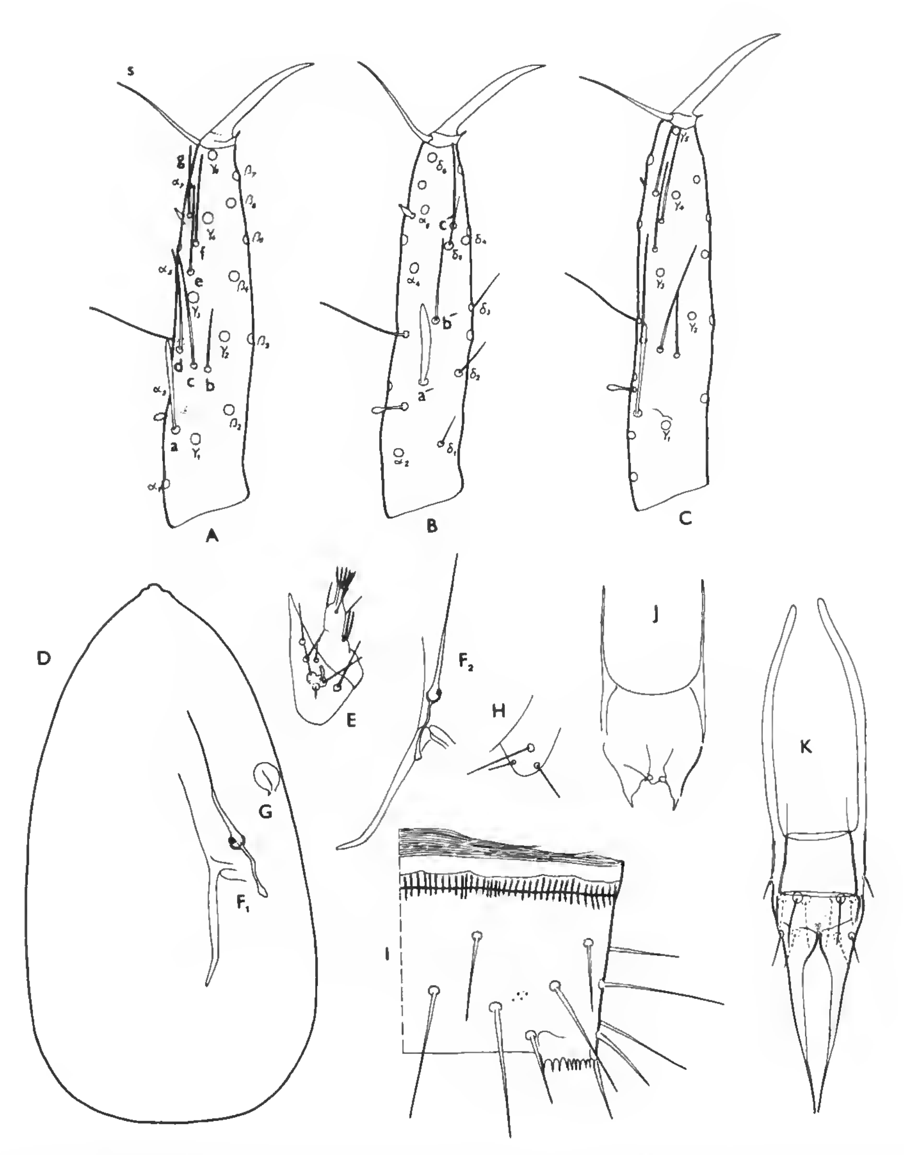


Fig. 1. — *Australentulus betschi*, ♀ holotype : A, Foretarsus in external view ; B, Foretarsus in internal view ; C, Foretarsus in external view from another specimen (allotype) ; D, Head-capsule ; E, Labium, labial and maxillary palps ; F_1, F_3, Canals of maxillary glands (F_2 from allotype) ; G, Pseudoculus ; H, Abdominal leg II ; I, Terg. VIII ; J, Female squama genitalis ; K, Male squama genitalis (allotype).

a well developed sausage-like sensilla and three setae (fig. 1 E). Canal of maxillary gland of usual type ; its proximal part is relatively short (figs 1 F_1, F_2). Pseudoculus circular, PR = 18 (fig. G).

Thorax : Foretarsus is characterized by broader sensilla a and very broad sensilla a′.

The ratio of sensillae on exterior side of foretarsus a : b : c : d : e : f : g as 30 : 19.5 : 36.5 : 33.5 : 28.5 : 29 : 22 ; on interior side a′ : b′ : c′ as 26 : 27 : 33.5. TR = 2.8, BS = 0.42, EU = 0.1 (figs 1 A, B, C).

Abdomen : Abdominal legs II-III each with 3 setae (fig. 1 H). Comb of abdominal tergite VIII with 9 long, sharp teeth (fig. 1 I). Abdominal sternite VIII with 4 setae.

Chaetotaxy in Tuxen's system :

	I	II-III	IV-V	VI-VII	VIII	IX	X	XI	XII
t	$\frac{6}{12}$	$\frac{8}{14}$	$\frac{8}{14}$	$\frac{8}{16}$	$\frac{6}{16}$	14	12	6	9
s	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	4	4	4	6	6

Female squama genitalis tripartite with pointed acrostyli (fig. 1 J), male squama genitalis (fig. 1 K).

Derivatio nominis : Named in honour of Dr. J. M. Betsch, Brunoy, who has contributed extensively to the knowledge of the Madagascarian Collembola.

Australentulus dauphinense n. sp.

(Figs 2 A-F)

Holotype : ♂ mounted in Swan's medium kept in Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, collection Brunoy. Habitat in which the animal was found : mountain Philippia-forest, 1 900 m alt., Chaînes Anosyennes, Massif Nord, Fort-Dauphin-region, S-E Madagascar, 22.II.1971, J. M. Betsch leg.

Description

Lenght of body 900 µm, of foretarsus without claw 80 µm.

Head : Head-capsule oval, very small rostrum, maxillary palpi with two distinct sensillae, labial palpi reduced, with a sensilla and three setae (fig. 2 C). Canal of maxillary gland with relatively short proximal part (fig. 2 D). Pseudoculus circular, PR = 17.

Thorax : Foretarsus is characterized with long sensilla *a* reaching to *e* (figs 2 A, B). The ratio of sensillae on exterior side of foretarsus a : b : c : d : e : f : g as 63 : 32.5 : 42.5 : 34 : 43 : 36 : 29.5 ; on interior side a′ : b′ : c′ as 22 : 32.5 : 29. TR = 3.2, BS = 0.35, EU = 0.05.

Abdomen : Abdominal legs II-III each with 3 setae (fig. 2 E). Comb VIII with 9 sharp teeth (fig. 2 F). Abdominal sternite VIII with 4 setae.

Chaetotaxy in Tuxen's system :

	I	II-III	IV-V	VI-VII	VIII	IX	X	XI	XII
t	$\frac{6}{12}$	$\frac{8}{14}$	$\frac{8}{16}$	$\frac{8}{16}$	$\frac{6}{16}$	14	12	6	9
s	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	4	4	4	6	6

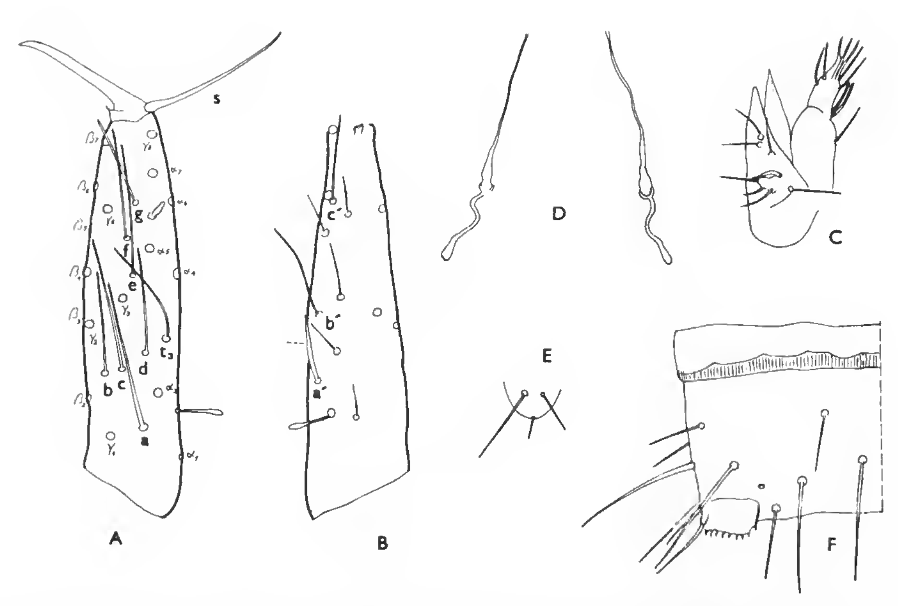


Fig. 2. — *Australentulus dauphinense*, ♂ holotype : A, Foretarsus in external view ; B, Foretarsus in internal view ; C, Labium and maxillary palp ; D, Canals of maxillary glands ; E, Abdominal leg II ; F, Terg. VIII.

Derivatio nominis : The name is derived from the region Fort-Dauphin on which the animal was found.

Australentulus delamarei n. sp.
(Figs 3 A-J)

Holotype : ♀ mounted in Swan's medium kept in Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, collection Brunoy. Habitat in which the animal was found : dense humid forest of middle elevation 900 m alt., 10 km western from Ambohidray, 9.VI.1967, J. M. Betsch leg.

Description

Lenght of body 1 050 µm, of foretarsus 102 µm.

Head : Head capsule subtriangular (fig. 3 D). Maxillary palpi with 2 seta-like sensillae, labial palpi reduced with a short sensilla and 3 setae (fig. 3 E). Canal of maxillary gland with longer proximal part compared with that of *A. betschi* (fig. 3 F). Pseudoculus circular, PR = 16 (fig. 3 G).

Thorax : In the foretarsus the sensillae *b* and *c* are quite close to each other. Sensilla *a'* is relatively short, voluminous. The ratio of sensillae on the exterior side of foretarsus a : b : c : d : e : f : g as 49 : 40 : 47.5 : 47 : 43 : 45 : 33 ; a' : b' : c' as 27 : 36 : 39. TR = 3.1, BS = 0.39, EU = 0.06 (figs 3 A, B, C).

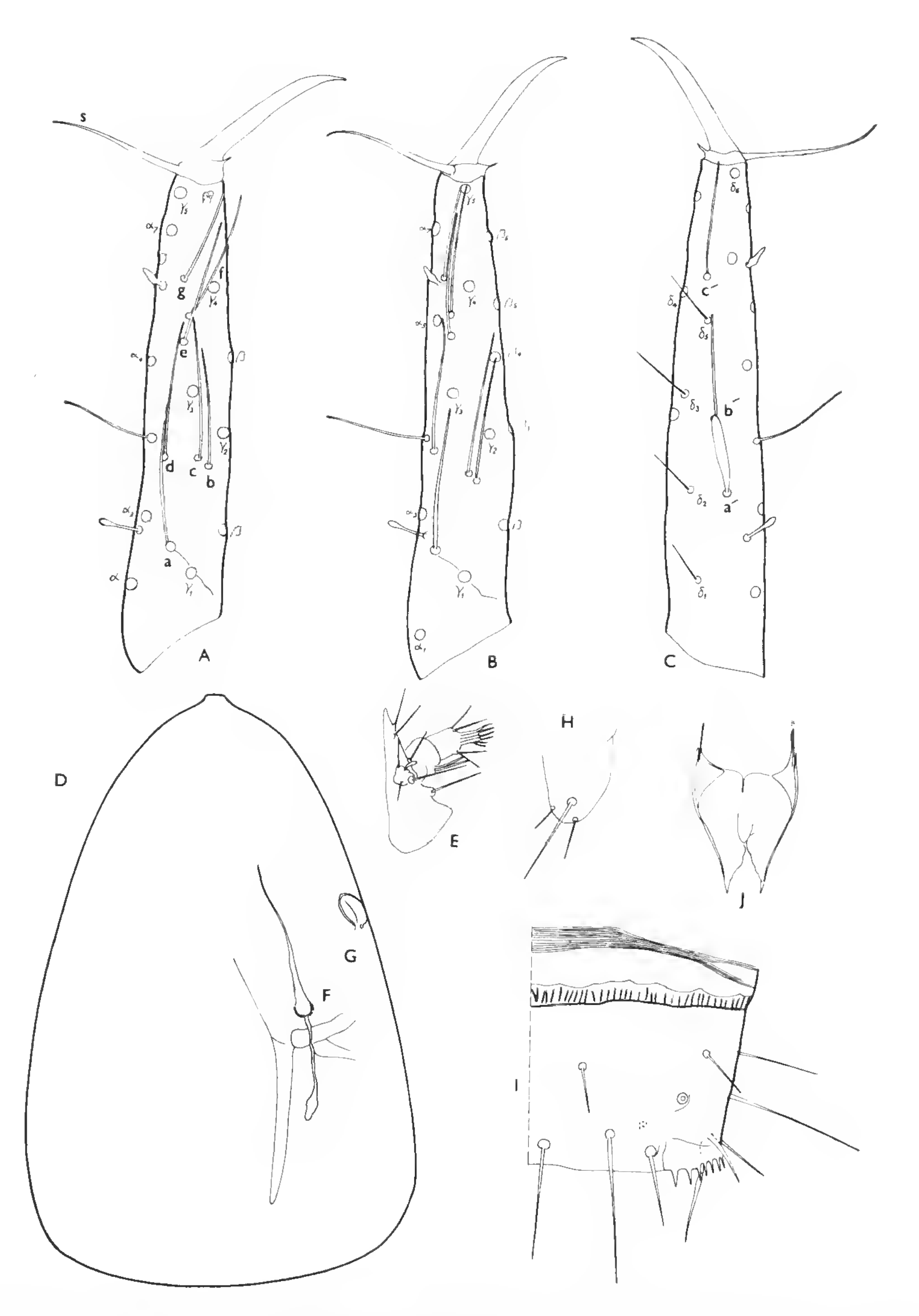


FIG. 3. — *Australentulus delamarei*, ♀ holotype : A, Foretarsus in external view ; B, Foretarsus in external view from another specimen (paratype) ; C, Foretarsus in internal view ; D, Head capsule ; E, Labium, labial (lbp) and maxillary palps (mxp) ; F, Canal of maxillary gland ; G. Pseudoculus ; H, Abdominal leg. III ; I, Terg. VIII ; J, Female squama genitalis.

Abdomen : Abdominal legs II-III each with 3 setae (fig. 3 H). Comb of abdominal tergite VIII with 7-9 strong teeth (fig. I). Abdominal sternite VIII with 4 setae.

Chaetotaxy in Tuxen's system :

	I	II-III	IV-V	VI-VII	VIII	IX	X	XI	XII
t	6/12	8/14	6/16	6x/16	6/16	14	12	6	9
s	3/4	3/5	3/8	3/8	4	4	4	6	9

x a_1 missing

Female squama genitalis tripartite with pointed acrostyli (fig. 3 J).

Derivatio nominis : Named in honour of great zoologist Prof. Dr. Cl. Delamare Deboutteville, Brunoy, authority in soil fauna and Collembola.

Australentulus dituxeni n. sp.
(Figs 4 A-D)

Holotype : ♀ mounted in Swan's medium kept in Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, collection Brunoy. Habitat in which the animal was found : dense humid mountain forest, Ambatofitorahana forest, Central Madagascar 1 800 m alt., 23.XII.1971, J. M. Betsch leg.

Description

Length of body 900 μm, of foretarsus without claw 77 μm.

Head : Maxillary palpi with two seta-like sensillae, labial palpi highly reduced, with a sensilla and three setae. Canal of maxillary gland with small dilatation on the tube near calyx (fig. C) Pseudoculus circular, PR = 17.

Thorax : Foretarsus is characterized with seta-like sensillae with exception of a'. The ratio of sensillae on the exterior side of foretarsus a : b : c : d : e : f : g as 33 : 29 : 36 : 30.5 : 39 : 39.5 : 26 ; on interior side a' : b' : c' as 27 : 31.5 : 28. TR = 2,6. BS = 0.04. EU = 0.09 (figs 4 A, B).

Abdomen : Abdominal legs II-III each with 3 setae, comb VIII with 8-9 teeth. Chaetotaxy of abdominal segments exactly as in *Australentulus betschi.* Female squama genitalis tripartite with strong acrostyli (fig. D).

Derivatio nominis : Named in honour of Prof. Dr. S. L. Tuxen, Copenhagen, who contributed extensively to the knowledge of Proturan fauna of the world.

Affinity : This species is closely related to *Australentulus betschi* but differs from it in the ratio of sensillae on the exterior side of foretarsus, in the form of sensillae *a'* and in female squama genitalis.

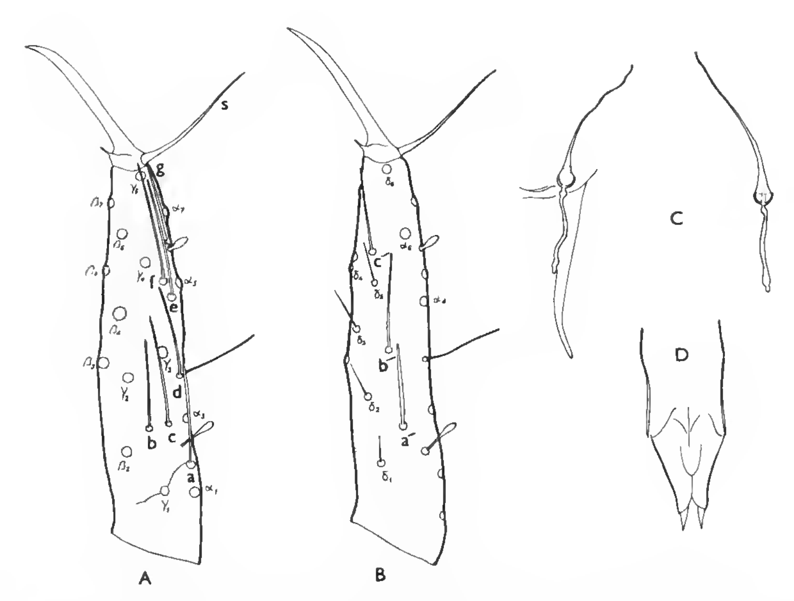


Fig. 4. — *Australentulus dituxeni*, ♀ holotype : A, Foretarsus in external view ; B, Foretarsus in internal view ; C, Canals of maxillary glands ; D, Female squama genitalis.

BERBERENTULUS Tuxen, 1963

Berberentulus ruseki n. sp.
(Figs 5 A-I)

Holotype : ♀ mounted in Swan's medium kept in Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, collection Brunoy. Habitat in which the animal was found : mountain *Philippia*-forest, 1 900 m alt., Chaînes Anosyennes, Massif Nord, Fort-Dauphin region, S-Madagascar, 22.II.1967, J. M. Betsch leg.

Description

Length of body 750 µm, of foretarsus without claw 67 µm.

Head : Maxillary palpi with two seta-like sensillae, labial palpi highly reduced to a sausage-like sensilla and three setae (fig. 5 C). Canal of maxillary gland with very short proximal part (fig. 5 D). Pseudoculus broader than long, PR = 19 (fig. 5 E).

Thorax : Foretarsus is characterized by long sensilla a and broadener sensilla a'. The ratio of sensillae on the exterior side of foretarsus a : b : c : d : e : f : g as 40 : 36 : 31.5 : 33.5 : 33 : 30 : 23 ; on interior side a' : b' : c' as 28 : 32 : 28. TR = 2.8, BS = 0.5, EU = 0.14 (figs 5 A, B).

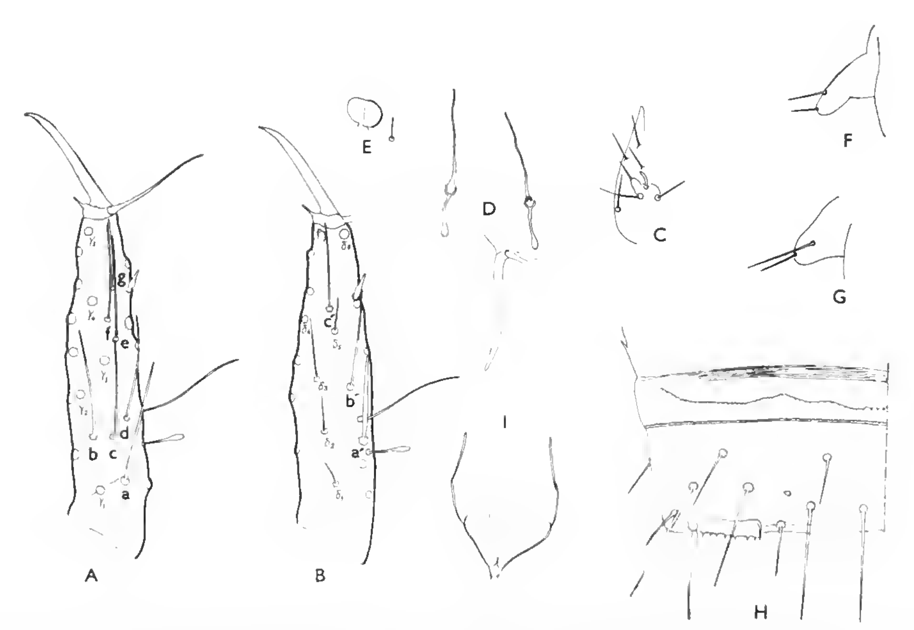


Fig. 5. — *Berberentulus ruseki*, ♀ holotype : A, Foretarsus in external view ; B, Foretarsus in internal view ; C, Labium and labial palp ; D, Canals of maxillary glands ; E, Pseudoculus ; F, The second abdominal leg ; G, The third abdominal leg ; H, Terg. VIII.

Abdomen : Abdominal legs II-III each with two setae (figs 5 F, G). Comb VIII consists of about 8 teeth. The striate band is reduced (fig. 5 H). Female squama genitalis tripartite with pointed acrostyli (fig. 5 I).

The chaetotaxy in Tuxen's system :

	I	II-III	IV-VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
t	6/12	8/12	8/14	6/16	6/16	14	12	6	9
s	3/4	3/5	3/8	3/8	4	4	4	6	6

Derivatio nominis : Named in honour of Dr. J. Rusek, Prague, who contributed extensively to the knowledge of Collembola and Protura.

Affinity : It belongs to the groups of African species.

SILVESTRIDIA Bonet, 1942

Silvestridia ivontakaensis n. sp.
(Figs 6 A-E)

Holotype : ♀ mounted in Swan's medium kept in Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, collection Brunoy. Habitat : dense humid forest of the lower elevation, 150 m alt., baie d'Antongil, Ivontaka, 6.VII.1967, J. M. Betsch leg.

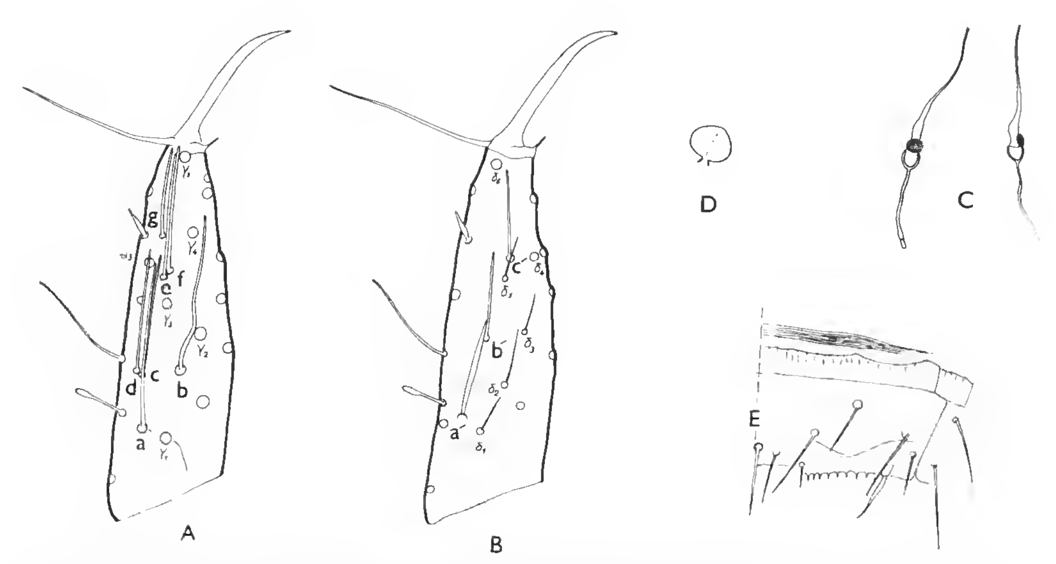


Fig. 6. — *Silvestridia ivontakaensis*, ♀ holotype : A, Foretarsus in external view ; B, Foretarsus in internal view ; C, Canals of maxillary glands ; D, Pseudoculus ; E, Terg. VIII.

Description

Length of body 600 µm, of foretarsus without claw 58 µm.

Head : The mouthparts are small, the sensillae of maxillary palpi slightly broad and that of the labial palpi sausage-like shaped. Labial palpus highly reduced with a sensilla and two setae. Canal of maxillary gland distally bipartite (fig. 6 C). Pseudoculus broader than long. PR = 19 (fig. 6 D).

Thorax : Foretarsus is characteristic with very long sensilla *a* surpassing the base of sensilla *f* and sensilla *b* surpassing γ_4. Sensillae *c* and *d* are placed very near to each other, and their apices surpass the base of *f*. The ratio of sensillae on the exterior side of foretarsus a : b : c : d : e : f : g as 43 : 42 : 31 : 32 : 32.5 : 32.5 : 23 ; on interior side a′ : b′ : c′ as 25.5 : 23 : 23. TR = 2.4, BS = 0.41, EU = 0.1 (figs. 6 A, B).

Abdomen : Abdominal legs II-III each with one seta only. The striate band on abdomen VIII is reduced but with distinct dispersed striae near the anterior margin (fig. 6 E). Female squama genitalis with pointed acrostyli.

The chaetotaxy in Tuxen's system :

	I	II-III	IV-VI	VII	VIII	IX-X	XI	XII
t	4/14	6/14	6/14	2/16 x	4/15	12	6	9
s	3/2	3/5	3/8	3/8	4	4	4	6

x p'_3 missing

Derivatio nominis : The name is derived from the locality Ivontaka.

MADAGASCARIDIA n. g.

Accrentomids with only one seta, the subapical, on abdominal legs II-III. Reduced labial palpi with only three setae and a sensilla. The foretarsal sensillae *c* and *d* placed very near to each other. Canal of maxillary gland deeply bipartite in its proximal part, and trilobed in the middle near the calyx. Comb VIII with small teeth. Terg. VIII with central seta.

Distribution : Madagascar.
Generotype : *Madagascaridia condei* n.g., n. sp.

Madagascaridia condei n. sp.
(Figs 7 A-I)

Holotype : ♀ mounted in Swan's medium kept in Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, collection Brunoy. Habitat : mosses on soil, dense, sclerophylic mountain forest, 1 900 m alt., massif du Marojezy, 1.XII.1972, J. M. Betsch leg.

Description

Length of body 800 µm, of foretarsus without claw 63 µm.

Head : Mouthparts small, maxillary palpi with two willow-leaf shaped sensillae, labial palpi with three setae and a sensilla (fig. 7 D). Pseudoculus broader than long, PR = 18 (fig. 7 E). Canal of maxillary gland in the middle trilobed, proximally deeply bipartite (fig. 7 F).

Thorax : Foretarsus is characterized by sensillae *c* and *d* lying very near each other (figs 7 A, B, C). Sensilla *a* is long reaching to the base of *f*. The ratio of sensillae on exterior side of foretarsus a : b : c : d : e : f : g as 53 : 44 : 41 : 38 : 45 : 43 : 30.5 ; on interior side a′ : b′ c′ as 35 : 38 : 39. TR = 2.9, BS = 0.4, EU = 0.11.

Abdomen : Abdominal legs II-III each with one seta (fig. 7 G). Comb VIII with small teeth (fig. 7 I). Female squama genitalis tripartite with pointed acrostyli (fig. 7 H). The striate band reduced, with dispersed striae near the anterior border.

The chaetotaxy in Tuxen's system.

	I	II-III	IV-VI	VII	VIII	IX-X	XI	XII
t	4/14	6/14	6/14	2/16 x	4/15	12	6	9
s	3/2	3/5	3/8	3/8	4	4	4	6

x p'_3 missing, an additional very small sensilla p''_1 is present.

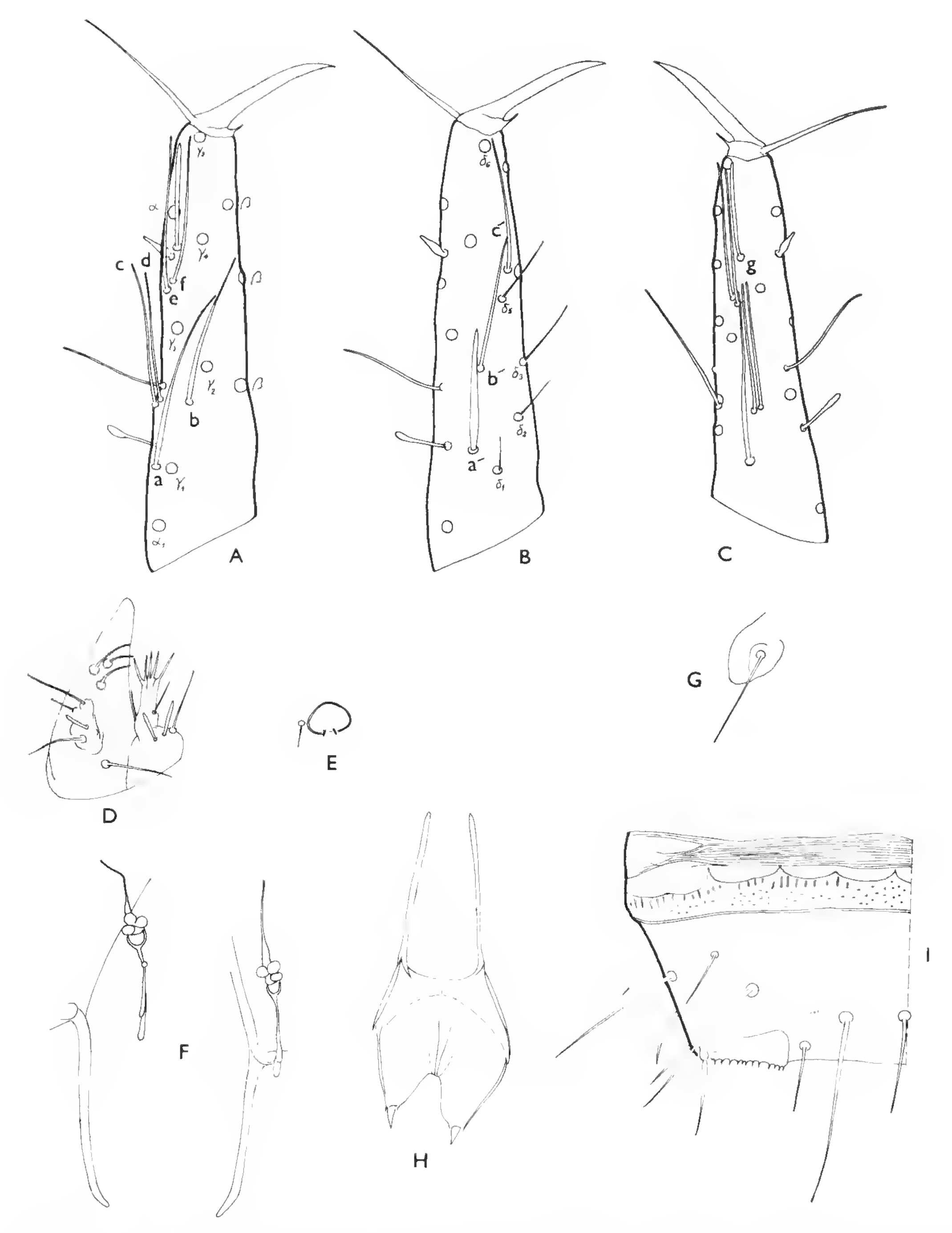


Fig. 7. — *Madagascaridia condei*, ♀ holotype : A, Foretarsus in external view ; B, Foretarsus in internal view ; C, Foretarsus in external view from another specimens (♀ paratype) ; D, Labium, labial and maxillary palps ; E, Pseudoculus (♀ paratype) ; F, Canals of maxillary glands in holotype and paratype (♀) ; G, Abdominal leg. II ; H, Female squama genitalis ; I, Terg. VIII.

Derivatio nominis : Named in honour of Prof. Dr. B. Condé, Nancy, an eminent specialist in Protura and Diplura.

EOSENTOMOIDEA Condé, 1951 ; Tuxen, 1964

Eosentomidae Berlese, 1909

MADAGASCARENTOMON n. g.

Eosentomids with tracheal system, and seta-like foretarsal sensillae (with exception of t_1). Sensillae *e* and *g* are long, seta-like. Female squama genitalis with caput processus resembling a snake-head.

Distribution : Madagascar.
Generotype : *Madagascarentomon condei* n. g., n. sp.

Madagascarentomon condei n. sp.
(Figs 8 A-H)

Holotype : ♀ mounted in Swan's medium kept in Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, collection Brunoy. Habitat : dense humid forest of middle elevation, 1 550 m alt., plateau d'Ankazobe, 27.VI.1967, 1 ♂, 6 ♀♀, 1 I II, J. M. Betsch leg.

Description

Length of body 1 600 µm, of foretarsus without claw 168 µm.

Head : Mouthparts with strong mandibles striated at the apex and with few small apical teeth, hooke-like lobi externi and digitate lobi interni. Maxillary palpi with two distinct sensillae, labial palpus with one distinct sensilla and terminal tuft of setae which are the sensillae in reality. Clypeal apodeme relatively small, horseshoe-shaped (fig. 8 C). PR = 14.

Thorax : Foretarsus is characterized with long seta-like *e* and *g* sensillae. The ratio of sensillae on exterior side of foretarsus a : b : x : c : d : e : f_1 : f_2 : g as 32 : 41 : 52 : 36.5 : 28.5 : 40 : 24 : 16 : 37 ; on interior side a′ : b'_2 : c′ as 40 : 33.5 : 17. TR = 6.0, BS = 1.13, EU : 0.9.

Abdomen : Meso- and metathoracic spiracles present (fig. 8 E). Central lobe of prae-

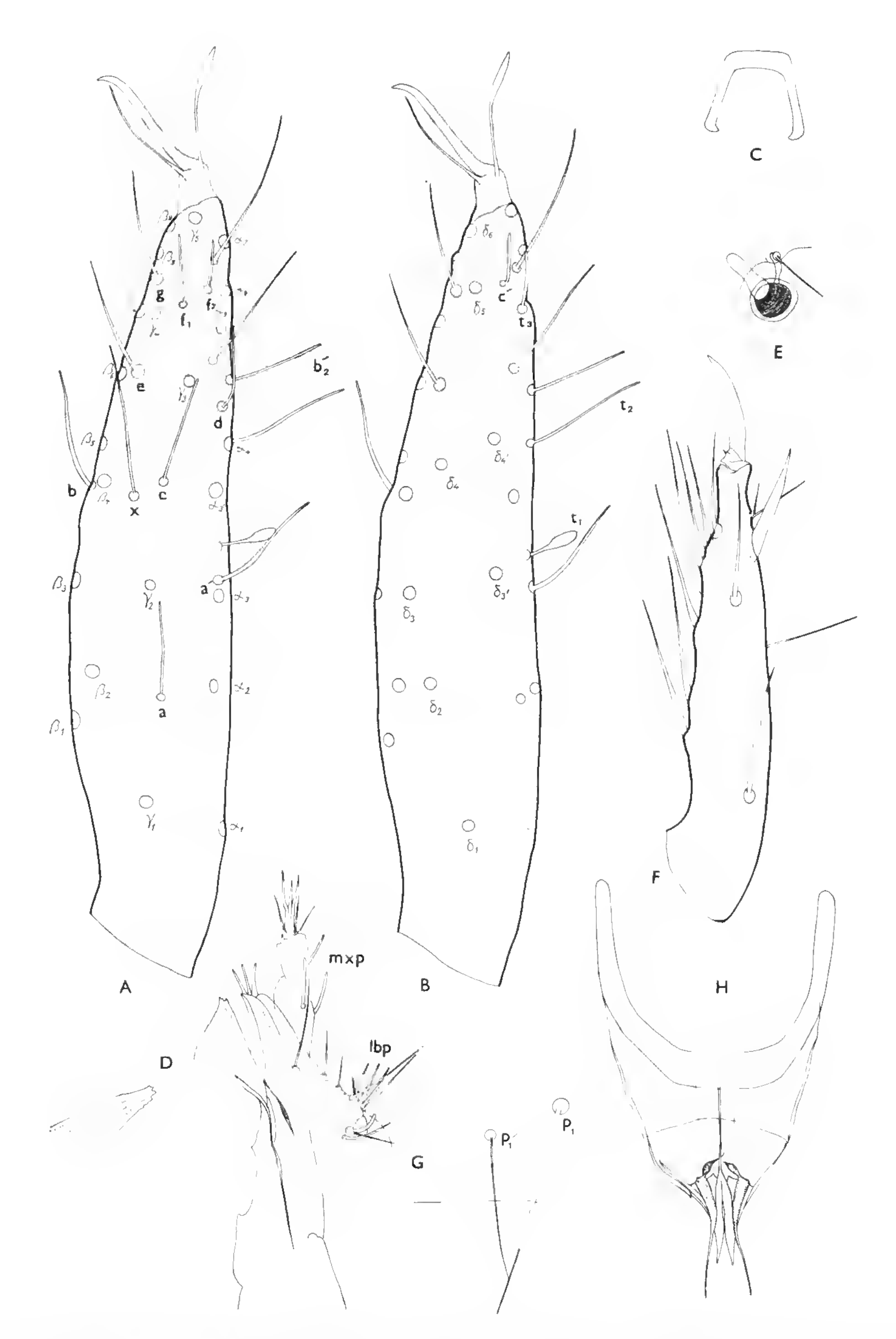


Fig. 8. — *Madagascarentomon condei*, ♀ holotype : A, Foretarsus in external view ; B, Foretarsus in internal view ; C, Clypeal apodeme ; D, Mandibles, lobus externus and lobus internus, labial and maxillary palps ; E, Spiracle from mesonotum ; F, Tarsus III ; G, The ratio of p_1 and p'_1 on Terg. II ; H, female squama genitalis (paratype).

costa bilobed, deeply incised. Sensilla p_1' do not reaching the tip of p_1. Female squama genitalis see (fig. 8 H).

Survey of chaetotaxy in Tuxen's system :

	I	II	III	IV-VI	VII	VIII	IX-X	XI	XII
t	4/10	10/16	8/16	8/16	6/16	6/9	8	8	6/3
s	4/4	6/4	6/4	6/10	6/10	2/7	4	8	8/4

EOSENTOMON Berlese, 1908

Eosentomon tapiasum n. sp.
(Figs 9 A-E)

Holotype : ♀ mounted in Swan's medium kept in Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, collection Brunoy. Habitat : humus soil 0-5 cm, sclerophylic forest of middle elevation with *Uapaca bojeri*, col des Tapias, Central Madagascar, 13.IV.1967, J. M. Betsch leg.

Description

Length of body 1 400 µm, of foretarsus without claw 129 µm. Integument well sclerotized.

Head : Mouthparts of Eosentomid type, clypeal apodeme of horseshoe shape. Pseudoculus small, oval, PR = 13, pseudoculus longitudinally divided.

Thorax : Foretarsus is characterized by spatulate sensillae e, g, and f_1 and missing of b'_1. The ratio of sensillae on exterior side of foretarsus a : b : x : c : d : e : f_1 : f_2 : g as 28 : 47 : 58 : 29 : 26 : 33.5 : 26 : 16 : 35 : on interior side a' : b' : c' as 53 : 32,5 : 21. TR = 5.6, BS = 0.1, EU = 0.93 (figs 9 A, B, C, D).

Abdomen : Sensilla p'_1 do not surpassing the top of p_1 on terg. I-VI (fig. 9 E). Female squama genitalis with median sclerotization (fig. 9 E). Central lobe of praecosta deeply incised.

Survey of chaetotaxy in Tuxen's system :

	I	II-III	IV-VI	VII	VIII	IX-X	XI	XII
t	4/10	10/16	8/16	4/16	6/9	8	8	6/3
s	4/4	6/4	6/10	6/10	2/7	4	8	8/4

Derivatio nominis : The name is derived from the finding place.

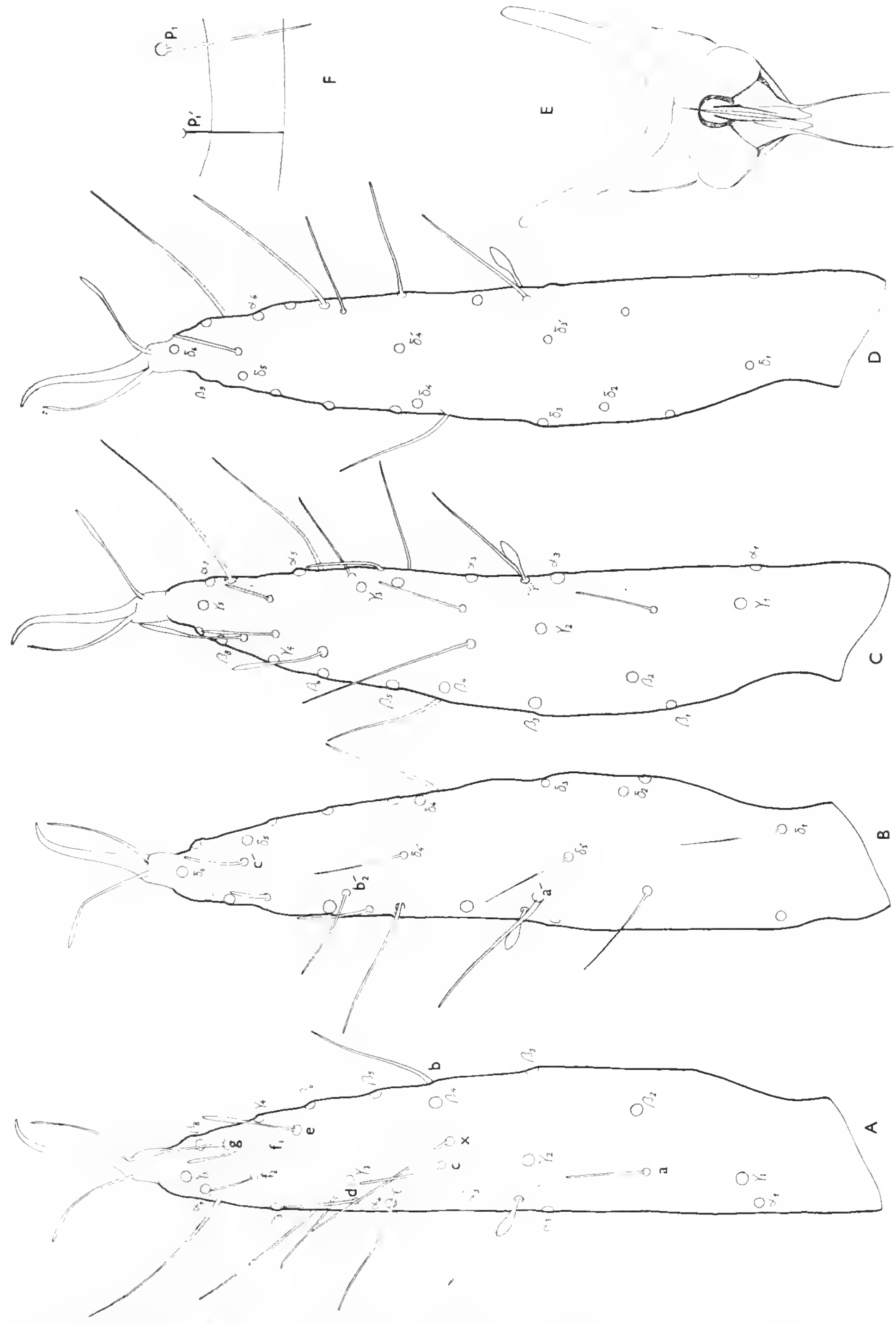


Fig. 9. — *Eosentomon tapiasum*, ♀ holotype : A, Foretarsus in external view ; B, Foretarsus in internal view ; C, Foretarsus in external view (the second) ; D, Foretarsus in internal view (the second) ; E, Female squama genitalis ; F, The ratio p'_1 and p_1 on terg.

Eosentomon thibaudi n. sp.
(Figs 10 A-D)

HOLOTYPE : ♀ mounted in Swan's medium kept in Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, collection Brunoy. Habitat : forest litter and wood, dense humid mountain forest 2 200 m alt., massif de l'Ankaratra, 4.I.1972, J. M. BETSCH leg.

DESCRIPTION

Lenght of body 1 150 µm, of foretarsus without claw 107 µm.

Head : Clypeal apodeme horseshoe-shaped. Pseudoculi of medium size, PR = 11.

Thorax : Foretarsus is characteristic with presence of b'_I. The ratio of sensillae on

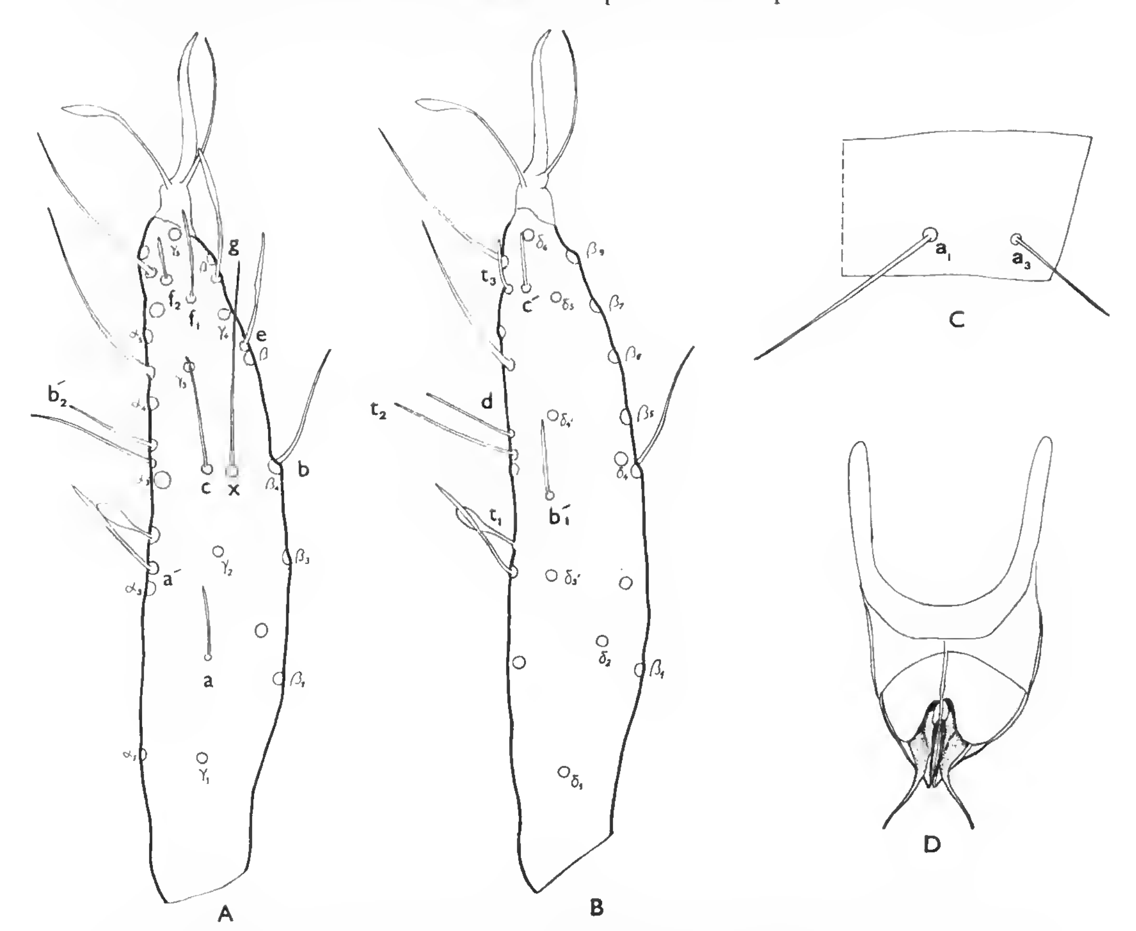


FIG. 10. — *Eosentomon thibaudi*, ♀ holotype : A, Foretarsus in external view ; B, Foretarsus in internal view ; C, The ratio $a_1 : a_3$ on stern. IX ; D, Female squama genitalis.

the exterior side of foretarsus a : b : x : c : d : e : f_1 : f_2 : g as 13.5 : 29 : 33 : 16 : 15 : 25 : 14 : 9.5 : 26 ; on the interior side a′ : b'_1 : b'_2 : c′ as 26 : 17.5 : 20.5 : 13. TR = 4.2, BS = 1.14, EU = 0.98.

Abdomen : Central lobe of praecosta incised. The ratio of a_1 : a_3 on stern. IX as 57 : 33 (fig. 10 C). Female squama genitalis with median sclerotization, caput processus resembling a pigeon-head (fig. 10 D).

Survey of chaetotaxy in Tuxen's system :

	I	II	III	IV	VI	VII	VIII	IX-X	XI	XII
t	4/10	10/14	10/14	10/16	8/16	4/16	6/9	8	8	6/3
s	4/4	6/4	6/4	6/10	6/10	6/10	2/7	4	8	8/4

Derivatio nominis : Named in honour of excellent collembologist Dr. J. M. Thibaud, Brunoy.

Eosentomon ankarafantsikaense n. sp.
(Figs 11 A-E)

Holotype : ♀ mounted in Swan's medium kept in Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, collection Brunoy. Habitat : forest litter, dry dense forest, 200 m alt. Ankarafantsika, 22.III.1967, J. M. Betsch leg.

Description

Lenght of body 950 µm, foretarsus without claw 83 µm.

Head : Clypeal apodeme horseshoe-shaped. Pseudoculus of medium size, PR = 9.

Thorax : Foretarsus is characterized by spatulate sensillae *e* and *g*, *a′* lying nearly to t_1. The ratio of sensillae on the exterior side of foretarsus a : b : x : c : d : e : f_1 : f_2 : g as 18 : 24 : 31.5 : 17 : 15 : 32.5 : 14.5 : 6 : 22 ; on interior side a′ : b'_2 : c′ as 29 : 15 : 11. TR = 4.8, BS = 0.95, EU = 0.9 (figs 11 A, B).

Abdomen : Central lobe of praecosta deeply incised (fig. 11 C) p'_1 distinctly surpassing the tip of p_1 (fig. 11 D). Female squama genitalis with caput processus resembling a duck-head, filum short (fig. 11 E).

Survey of chaetotaxy in Tuxen's system :

	I	II-III	IV-VI	VII	VIII	IX-X	XI	XII
t	4/10	10/16	8/16	6/16	6/9	8	8	6/3
s	4/4	6/4	6/10	6/10	2/7	4	8	8/4

Derivatio nominis : The name is derived from the finding place Ankarafantsika.

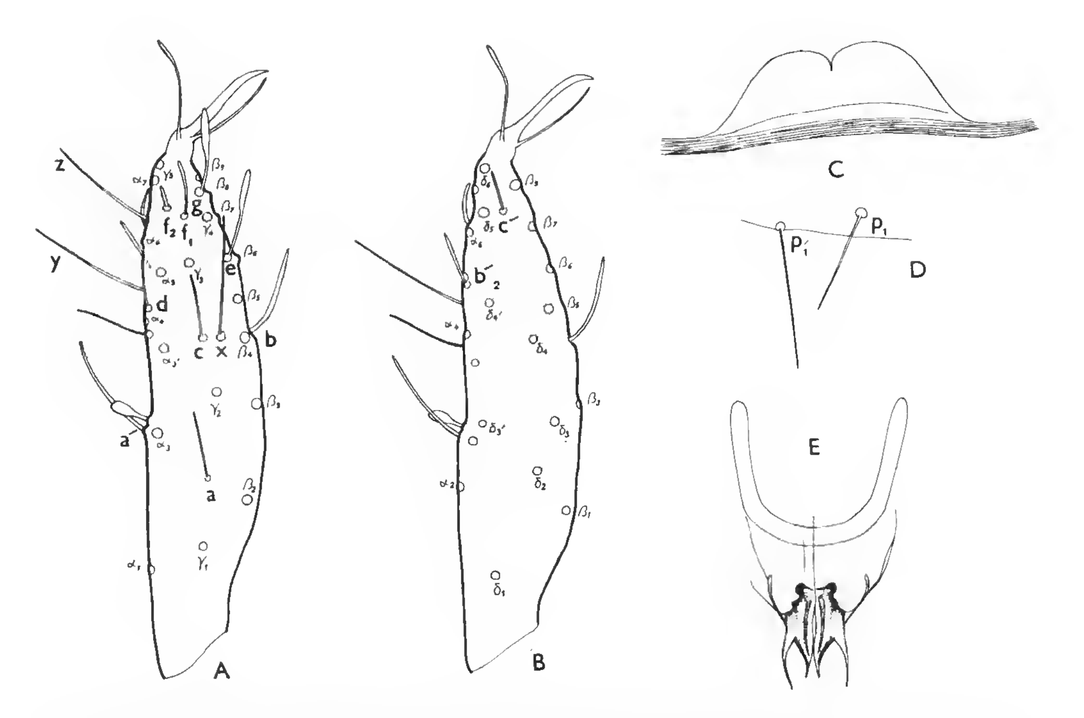


FIG. 11. — *Eosentomon ankarafantsikaense*, ♀ holotype : A, Foretarsus in external view ; B, Foretarsus in internal view ; C, Dorsal apodeme ; D, The ratio p_1 and p_1' on terg.

Eosentomon massoudi n. sp.
(Fig. 12 A-C)

HOLOTYPE : ♀ mounted in Swan's medium kept in Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, collection Brunoy. Habitat : soil 0-3 cm littoral forest, 10 m alt., piste de Ste Luce, Fort-Dauphin region, 9.XII.1971, J. M. BETSCH leg.

DESCRIPTION

Lenght of body 830 µm, of foretarsus without claw 86 µm.

Head : Clypeal apodeme well developed, horseshoe-shaped. PR = 10.

Thorax : Foretarsus is characterized by presence of b'_1 and by position of a' : t_1. The ratio sensillae on exterior side of foretarsus a : b : x : c : d : e : f_1 : f_2 : g as 19 : 33 : 54 : 29.5 : 24.5 : 30 : 23 : 11.5 : 34.5 ; on interior side a' : b'_1 : b'_2 : c' as 31 : 20 : 24 : 14. TR = 4.5, BS = 1.5, EU = 0.97 (figs 12 A, B).

Abdomen : p'_1 do not reached the tip of p_1. Female squama genitalis with well developed alae processus (fig. 12 C).

Survey of chaetotaxy in Tuxen's system :

	I	II-III	IV-VI	VII	VIII	IX-X	XI	XII
t	4/10	10/6	8/16	4/16	6/9	8	8	6/3
s	4/4	6/4	6/10	6/10	2/7	4	8	8/4

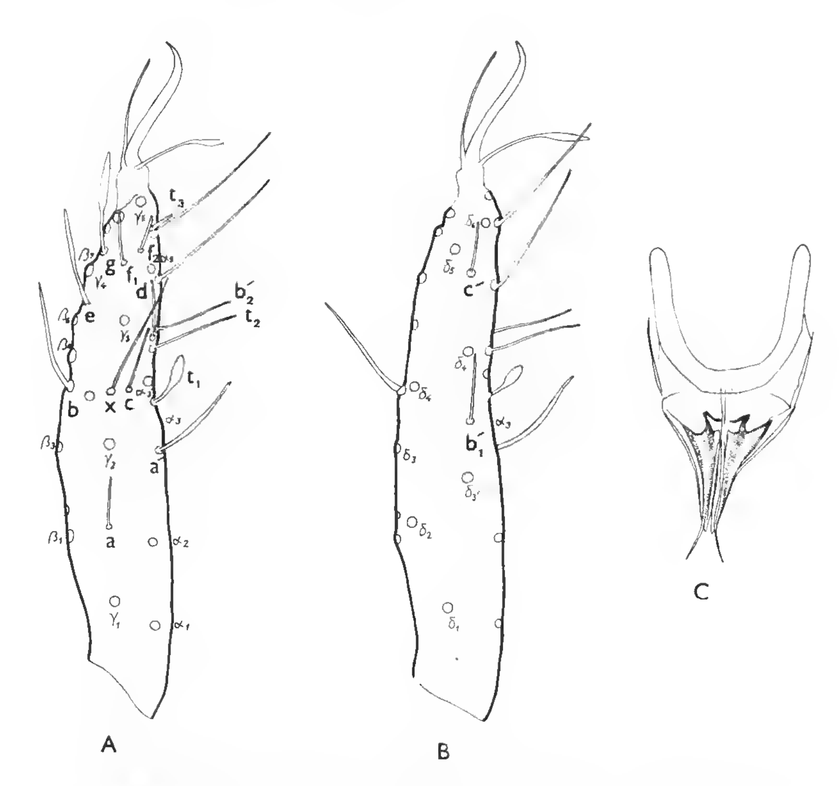


Fig. 12. — *Eosentomon massoudi*, ♀ holotype : A, Foretarsus in external view ; B, Foretarsus in internal view ; C, Female squama genitalis.

Derivatio nominis : Named in honour of Dr. Z. Massoud, Brunoy, who contributed extensively to the knowledge of Collembola.

Affinity : E. massoudi is closely related to *Eosentomon affine* Tuxen, 1967 known from Australia ; chaetotaxy is identical with that in *Eosentomon womersleyi* Bonet, 1942.

Eosentomon françoisi n. sp.
(Figs 13 A-C)

Holotype : ♂ mounted in Swan's medium kept in Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, collection Brunoy. Habitat : dense humid forest of lower elevation, 150 m alt., baie d'Antongil. Ivontaka (N-E Madagascar), 6.VII.1967, J. M. Betsch leg.

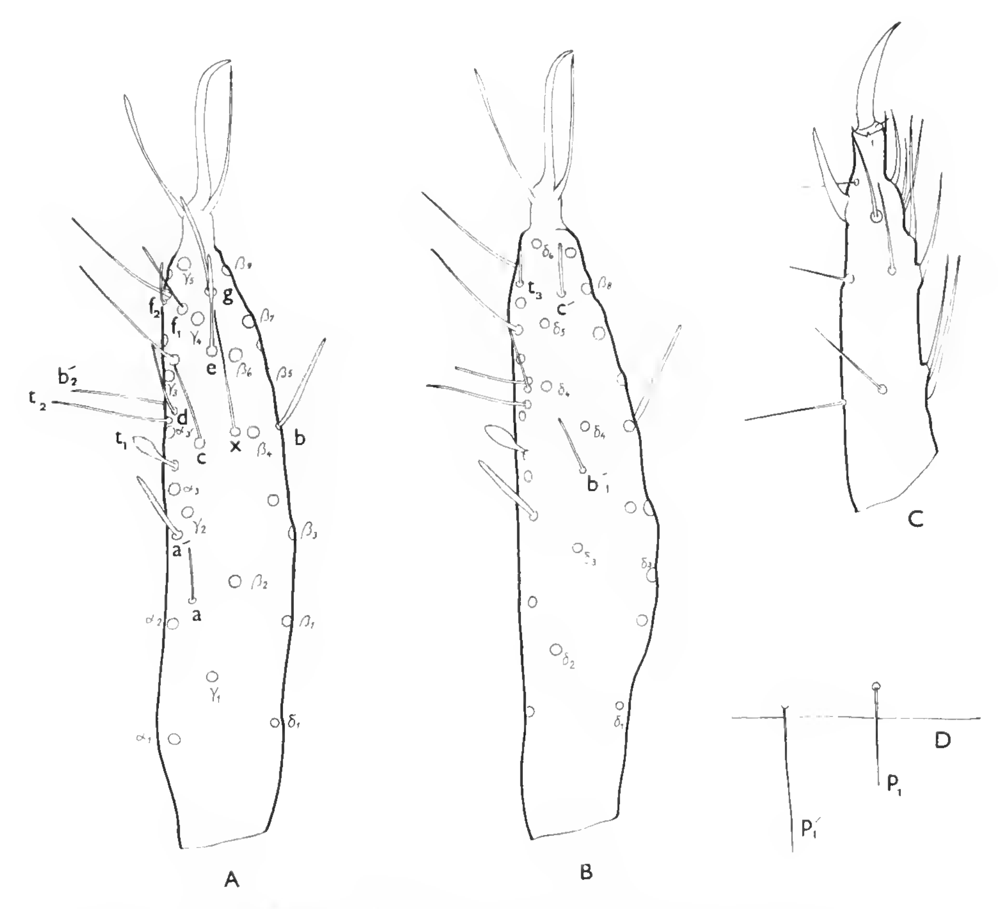


FIG. 13. — *Eosentomon françoisi*, ♂ holotype : A, Foretarsus in external view ; B, Foretarsus in internal view ; C, Tarsus III ; D, The ratio of p_1 and p'_1 on Terg. II.

DESCRIPTION

Lenght of body 900 µm, of foretarsus without claw 104 µm.

Head : Clypeal apodeme horseshoe-shaped. PR = 10.

Thorax : Foretarsus is characterized by presence of b'_1 and relatively short *a'* lying distantly from t_1. The ratio of sensillae on the exterior side of foretarsus a : b : x : c : d : e : f_1 : f_2 : g as 14 : 27 : 31.5 : 21 : 19 : 25 : 19 : 11 : 26 ; on the interior side a' : b'_1 : b'_2 : c' as 19.5 : 15 : 16 : 14. TR : 4.2, BS = 1.7, EU = 0.96 (figs 13 A, B).

Abdomen : Central lobe of praecosta incised. p'_1 distinctly surpassing the tip of p_1 (fig. 13 D).

Survey of chaetotaxy in Tuxen's system :

	I	II-III	IV-VI	VII	VIII	IX-X	XI	XII
t	$\frac{4}{10}$	$\frac{8}{16}$	$\frac{6}{16}$	$\frac{4}{16}$	$\frac{6}{9}$	8	8	$\frac{6}{9}$
s	$\frac{4}{4}$	$\frac{6}{4}$	$\frac{6}{10}$	$\frac{6}{10}$	$\frac{2}{7}$	4	8	$\frac{8}{4}$

Derivatio nominis : Named in honour of Prof. Dr. J. François, Dijon, who contributed extensively to the anatomy and morphology of Protura.

Eosentomon madagascariense n. sp.
(Figs 14 A-C)

Holotype : ♀ mounted in Swan's medium kept in Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, collection Brunoy. Habitat : soil 0-3 cm littoral forest 10 m alt. Piste de Ste Luce, Fort Dauphin region (S-E Madagascar), 9.XII.1975, J. M. Betsch leg.

Description

Lenght of body 710 µm, of foretarsus without claw 69 µm.

Head : Clypeal apodeme horseshoe-shaped, PR = 12. Pseudoculus of medium size.

Thorax : Foretarsus with long sensilla *a'*, willow-leaf shaped b'_2. The ratio of sensillae on the exterior side of foretarsus a : b : x : c : d : e : f_1 : f_2 : g as 10 : 14.5 : 20 : 12 : 13 : 12 : 13 : 7 : 16 ; on interior side a' : b'_2 : c' as 26 : 7 : 9. TR = 5.4, BS = 1.6, EU = 0.8 (fig. 14 A, B).

Abdomen : Central lobe of praecosta seems to be sinuated. p'_1 surpassing the tip of p_1. Female squama genitalis very similar to that of *E. adami* (fig. 14 C).
Survey of chaetotaxy in Tuxen's system :

	I	II-III	IV-VI	VII	VIII	IX-X	XI	XII
t	$\frac{4}{10}$	$\frac{10}{16}$	$\frac{8}{16}$	$\frac{4}{16}$	$\frac{6}{9}$	8	8	$\frac{6}{3}$
s	$\frac{4}{4}$	$\frac{6}{4}$	$\frac{6}{10}$	$\frac{6}{10}$	$\frac{2}{7}$	2	4	$\frac{8}{4}$

Affinity : This species belongs to *adami*-group.

Eosentomon minutum n. sp.
(Figs 15 A-C)

Holotype : ♀ mounted in Swan's medium kept in Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, collection Brunoy. Habitat : soil (0-2 cm) with trace Graminae, prairie 30 m from the margin of forest, 1 550 m alt. Plateau d'Ankazobe ; 1 ♂, 2 ♀♀, 10.IV.1967, J. M. Betsch leg.

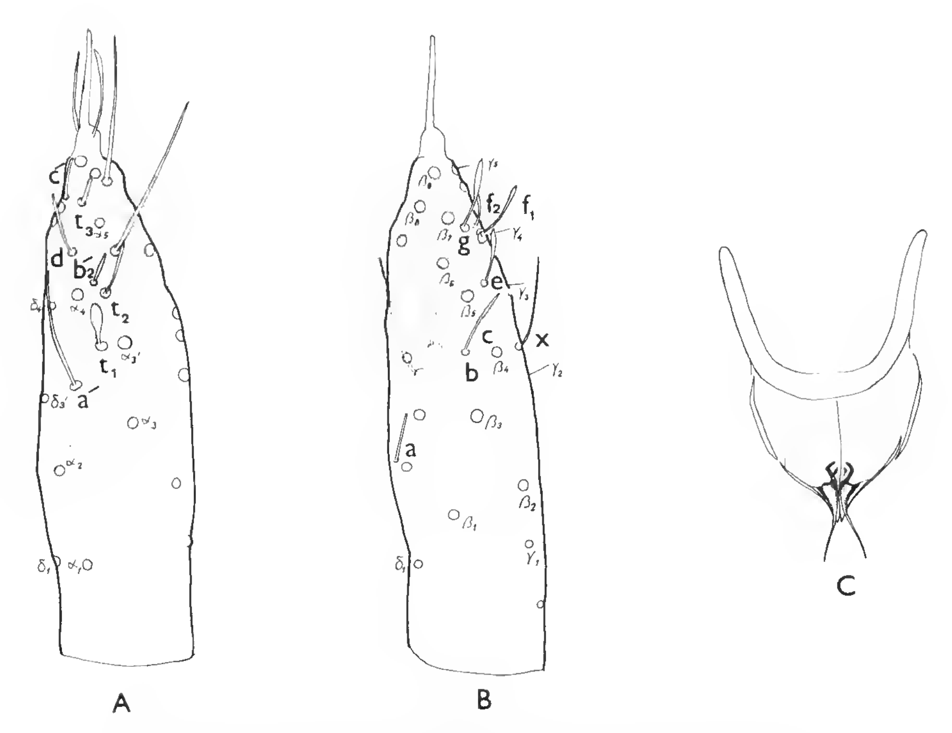


FIG. 14. — *Eosentomon madagascariensi*, ♀ holotype : A, Foretarsus from dorsal side ; B, Foretarsus from ventral side ; C, Female squama genitalis.

DESCRIPTION

Lenght of body 680 μm, of foretarsus claw 63 μm.

Head : Clypeal apodeme horseshoe-shaped, PR = 9.

Thorax : Foretarsus is characteristic by missing of b'_1. Sensilla a' placed nearly to t_1. The ratio of sensillae on the exterior side of foretarsus a : b : x : c : d : e : f_1 : f_2 : g as 11.5 : 15 : 25.5 : 12 : 9 : 14 : 9 : 6 : 15 ; on interior side a' : b'_2 : c' as 17.5 : 13.5 : 9. TR = 4.8, BS = 0.8, EU = 0.8 (figs 15 A, B).

Abdomen : Central lobe of praecosta incised. p'_1 surpassing the tip of p_1. Female squama genitalis with median sclerotization (fig. 15 C).

Survey of chaetotaxy in Tuxen's system :

	I	II-III	IV-VI	VII	VIII	IX-X	XI	XII
t	4/10	10/16	8/16	4/16	6/9	8	8	6/3
s	4/4	6/4	6/10	6/10	2/7	4	8	8/4

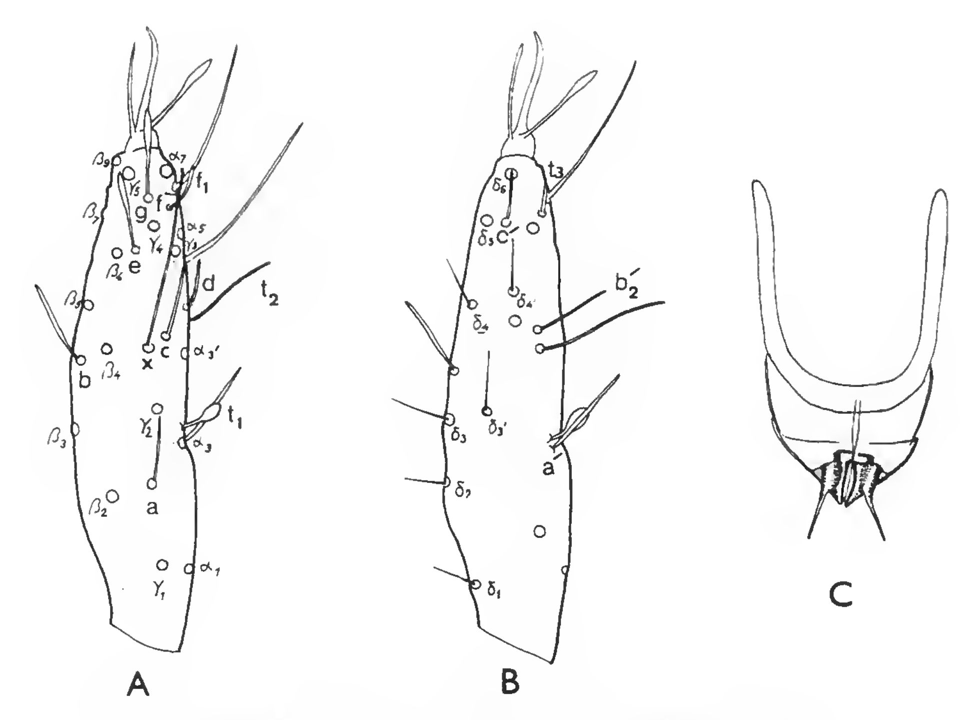


FIG. 15. — *Eosentomon minutum*, ♀ holotype : A, Foretarsus in external view ; B, Foretarsus in internal view ; C, Female squama genitalis.

Derivatio nominis : This species belongs to the smallest Eosentomids.

Eosentomon betschi n. sp.
(Figs 16 A-C)

HOLOTYPE : ♀ mounted in Swan's medium kept in Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, collection Brunoy. Habitat in which the animals (1 ♂, 2 ♀♀) were found : dense humid forest of middle elevation 900 m alt., 10 km western from Ambohidray, 9.VI.1967, J. M. BETSCH leg.

DESCRIPTION

Lenght of body 770 μm, of foretarsus without claw 73 μm.

Head : Mouthparts of usual type, clypeal apodeme horseshoe-shaped. PR = 10.

Thorax : Foretarsus is characterized by well developed sensillae e and g which are distinctly spatulate. The ratio of sensillae on exterior side of foretarsus a : b : x : c : d : e : f_1 : f_2 : g as 16 : 19.5 : 22 : 12.5 : 16.5 : 21 : 14 : 8 : 24 ; on interior side a' : b'_2 : c' as 23 : 20.5 : 12.5. TR = 3,8, BS = 0.85, EU = 0.9 (figs 16 A, B).

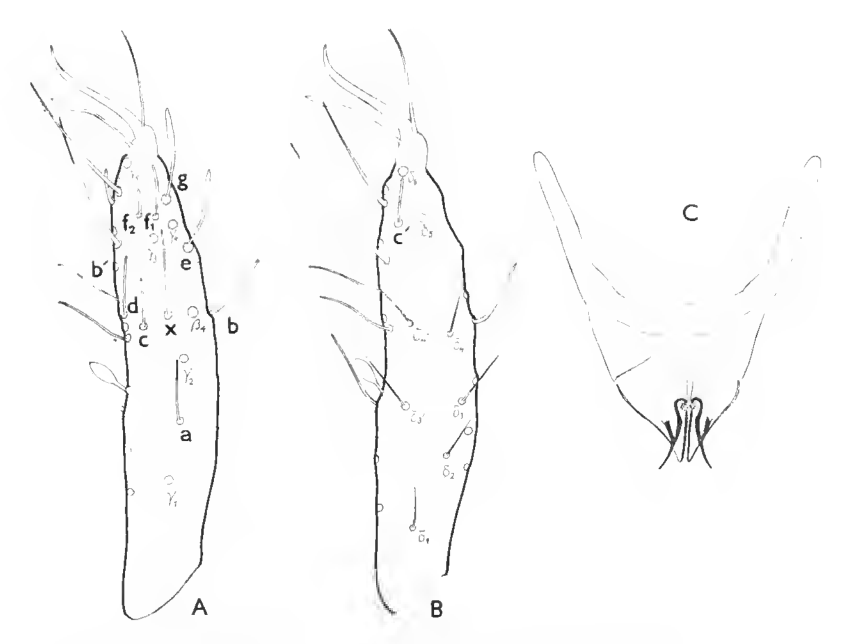


Fig. 16. — *Eosentomon betschi*, ♀ holotype : A, Foretarsus in external view ; B, Foretarsus in internal view ; C, Female squama genitalis.

Abdomen : p_1' surpassing the tip of p_1. Female squama genitalis (fig. 16 C) resembling that of *Eosentomon paktai* Imadaté, 1965 known from Thailand.

Survey of chaetotaxy in Tuxen's system :

	I	II-III	IV-V	VI	VII	VIII	IX-X	XI	XII
t	4/10	10/14	10/16	8/16	4/16	6/9	8	8	6/3
s	6/4	6/4	6/10	6/10	6/10	2/7	4	8	8/4

REFERENCES

Condé, B., 1961. — Protura. *Ruwenzori Exped.* 1952 (*Brit. Mus.*), Vol. II : 69-80.

Imadaté, G., 1965. — Proturans-fauna of Southeast Asia. *Nature and Life in Southeast Asia*, **4** : 195-302.

— 1974. — Protura (Insecta) Fauna Japonica. Tokyo : Keigaku Publishing CO., Ltd., 351 p.

Nosek, J., 1976. — Towards the knowledge of tropical Protura. *Revue suisse Zool.*, **83** : 255-262.

Prabhoo, N. R., 1972. — South Indian Protura I. — Two new species and three new records of Acerentomoidea. *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, **9** : 711-718.

— 1972. — South Indian Protura — II. Two new records. *Oriental Insects.*, **6** : 179-182.

Tuxen, S. L., 1964. — The Protura. A revision of the species of the World with keys for determination. Paris : Hermann, 360 p.

— 1967. — Australian Protura, their phylogeny and zoogeography. *Z. zool. Syst. Evolutions forschung*, **5** : 1-53.

Manuscrit déposé le 30 juin 1977.

Bull. Mus. natn. Hist. nat., Paris, 3e sér., nº 512, mars-avril 1978,
Écologie générale 41 : 29-42.

Les Protoures de Madagascar.
II. Écologie, phylogénie et zoogéographie

par Jean-Marie Betsch et Josef Nosek *

Résumé. — Distribution des Protoures de Madagascar décrits par Nosek (1978) selon les écosystèmes, les types physionomiques de végétation et les biotopes précis : considérations sur la phylogénie et la zoogéographie de toutes les espèces malgaches de Protoures décrites à ce jour.

Abstract. — Distribution of the malagasian Protura described by Nosek (1978) in the different ecosystems, physionomic types of vegetation and biotops; considerations on phylogeny and zoogeography of all malagasian species of Protura.

Six formes de Protoures étaient connues jusqu'à présent de Madagascar : *Eosentomon squamigerum* Condé, 1960 (Condé, 1960*b*), *Berberentulus breviunguis* (Condé, 1961) (Condé, 1961*a*), *Protentomon milloti* Condé, 1961, *Protentomon milloti* ssp. *australis* Condé, 1961, *Protentomon milloti* ssp. *bisetosus* Condé, 1961, *Protentomon pauliani* Condé, 1961 (Condé, 1961*b*). Une autre espèce, *Condeellum regale* (Condé, 1958) est connue de l'île Bourbon (= La Réunion) (Condé, 1958). Récemment, une nouvelle espèce de *Silvestridia* a été découverte par Condé en 1974 (communication personnelle).

Le matériel récolté durant les années 1966-67, 1971-72-73 par J.-M. Betsch, J. Gutierrez, P. Montsarrat et A. Peyrieras, principalement dans le cadre de la RCP (Recherche Coopérative sur Programme) nº 225 du Centre National de la Recherche Scientifique [1], a permis à Nosek (1978) de décrire les espèces suivantes : *Madagascarentomon condei* Nosek, *Eosentomon tapiasum* Nosek, *Eosentomon thibaudi* Nosek, *Eosentomon ankarafantsikaense* Nosek, *Eosentomon massoudi* Nosek, *Eosentomon françoisi* Nosek, *Eosentomon madagascariense* Nosek, *Eosentomon betschi* Nosek, *Eosentomon minutum* Nosek, *Australentulus betschi* Nosek, *Australentulus dauphinense* Nosek, *Australentulus delamarei* Nosek, *Australentulus dituxeni* Nosek, *Berberentulus ruseki* Nosek, *Silvestridia ivontakaensis* Nosek et *Madagascaridia condei* Nosek.

Les Protoures de Madagascar présentent apparemment des affinités avec des régions zoogéographiques variées.

* J.-M. Betsch, *Muséum national d'Histoire naturelle, Laboratoire d'Écologie générale, 4, avenue du Petit-Château, 91800 Brunoy.*
J. Nosek, *Institute of Virology, Slovak Academy of Sciences, Bratislava, Czechoslovakia.*

1. RCP 225 du CNRS : « Étude des écosystèmes montagnards dans la région malgache » ; responsable, M. le Recteur Paulian.

I. Liste des milieux étudiés, par localités

Madagascar-Nord

a — Forêt dense humide de basse altitude : FDHBA

1. Massif du Marojezy, alt. 300 m, FDHBA, litière (Berlese), 16-XII-1972. Réc. Betsch. RCP Mad. 4003.

b — Forêt dense humide de moyenne altitude : FDHMA

2. Massif du Tsaratanana, versant sud, alt. 1 900 m, FDHMA, litière (Berlese), 6-XI-1966. Réc. Betsch. Mad. 760.

c — Forêt dense sclérophylle de montagne : FDSM

3. Massif du Marojezy, alt. 2 060 m, FDSM, mousses au sol (Berlese), 28-XI-1972. Réc. Betsch. RCP Mad. 4055.
4. Massif du Marojezy, alt. 1 900 m, FDSM, mousses au sol (Berlese), 1-XII-1972. Réc. Betsch. RCP Mad. 4084.
5. Massif du Tsaratanana, versant sud, alt. 2 400 m, FDSM, litière (Berlese), 10-XI-1966. Réc. Betsch. Mad. 762.

d — Fourré de montagne

6. Massif du Marojezy, alt. 1 500 m, fourré de montagne, litière tombée sur les mousses au sol (Berlese), 7-XII-1972. Réc. Betsch. RCP Mad. 4005.
7. Massif du Marojezy, alt. 2 060 m, fourré de montagne à Mélastomacées et bambou, litière de bambou (Berlese), 27-XI-1972. Réc. Betsch. RCP Mad. 4000.

e — Prairie altimontaine : PA

8. Massif du Marojezy, alt. 2 000 m, prairie altimontaine de pente drainée, mousses au sol (Berlese). 27-XI-1972. Réc. Betsch. RCP Mad. 4108.

f — Forêt côtière

9. A 15 km au sud de Sambava, alt. 5 m, forêt côtière sur sable, litière (Berlese). 19-XII-1972. Rée. Betsch. RCP Mad. 4009.

Madagascar-Est et Centre (humide et subhumide)

a — Forêt dense humide de basse altitude : FDHBA

10. Baie d'Antongil, Ivontaka, alt. 150 m, FDHBA, litière (Berlese). 6-VII-1967. Réc. Betsch. Mad. 874.

11. Même station, sol 0-3 cm (Berlese). 6-VII-1967. Réc. Betsch. Mad. 875.

12. Même station, litière (Berlese). 6-VII-1967. Réc. Betsch. Mad. 876.

13. Baie d'Antongil, Varingotra, alt. 30 m, FDHBA, litière (Berlese). 9-VII-1967. Réc. Betsch. Mad. 880.

14. Même station, sol 0-3 cm (Berlese). 9-VII-1967. Réc. Betsch. Mad. 881.

15. Baie d'Antongil, île de Nosy Mangabe, alt. 100 m, FDHBA, litière (Berlese). 16-VII-1967. Réc. Betsch. Mad. 905.

b — Forêt dense humide de moyenne altitude : FDHMA

16. A 10 km à l'est d'Ambohidray, alt. 900 m, FDHMA, litière (Berlese). 9-VI-1967. Réc. Betsch. Mad. 861.

17. Même station, sol 0-3 cm (Berlese), 9-VI-1967. Réc. Betsch. Mad. 862.

18. Même station, sol 3-8 cm (Berlese), 9-VI-1967. Réc. Betsch. Mad. 863.

19. Même station, litière (Berlese), 9-VI-1967. Réc. Betsch. Mad. 865.

20. 6 km à l'est d'Ambohidray, alt. 1 050 m, FDHMA, litière (Berlese), 9-VI-1967. Réc. Betsch. Mad. 871.

21. Ranomafano, alt. 950 m, FDHMA, sol 0-5 cm (Berlese), 16-VIII-1967. Réc. Betsch. Mad. 930.

22. Périnet, alt. 900 m, FDHMA, sol 0-5 cm (Berlese), 14-X-1967. Réc. Betsch. Mad. 952.

23. Tampoketsa d'Ankazobe, alt. 1 550 m, FDHMA, le long d'un ruisseau, litière de bambou (Berlese), 10-IV-1967. Réc. Betsch. Mad. 841.

24. Tampoketsa d'Ankazobe, alt. 1 550 m, FDHMA, litière (Berlese), 27-VI-1967. Réc. Gutierrez. Mad. 947.

25. Même station, litière (Berlese), 10-VIII-1967. Réc. Gutierrez. Mad. 948.

26. Anjozorobe, alt. 1 380 m, FDHMA, mousses au sol (Berlese), 12-V-1967. Réc. Betsch. Mad. 857.

27. Ambohimanga, alt. 1 400 m, FDHMA à sous-bois dégradé, litière (Berlese), 20-I-1967. Réc. Betsch. Mad. 773.

28. Tsinjoarivo, alt. 1 500 m, FDHMA, litière (Berlese), 11-I-1967. Réc. Betsch. Mad. 776.

29. La Mandraka, alt. 1 300 m, FDHMA, litière (Berlese), 4-III-1967. Réc. Betsch. Mad. 815.

c — Forêt sclérophylle de moyenne altitude. FSMA

30. Col des Tapias, alt. 1 500 m, forêt sclérophylle à *Uapaca bojeri*, sol 0-5 cm (Berlese), 13-IV-1967. Réc. Montsarrat. Mad. 848.

d — Prairie et rochers de moyenne altitude

31. Tampoketsa d'Ankazobe, alt. 1 550 m, prairie avec rochers, mousses sur rochers (Berlese), 9-IV-1967. Réc. Betsch. Mad. 844

32. Tampoketsa d'Ankazobe, alt. 1 550 m, prairie à 30 m de la lisière de la forêt, sol 0-2 cm avec pieds de Graminées (Berlese), 10-IV-1967. Réc. Betsch. Mad. 845.

33. Région d'Ambatofinandrahana, alt. 1 300 m, affleurements de cipolin avec végétation xérophile à *Euphorbia stenoclada* et *Aloe capitata* var. *cipolinicola*, sol 0-5 cm (Berlese). 11-IV-1967. Réc. Montsarrat. Mad. 847.

e — Forêt dense humide de montagne : FDHM

34. Ambatofitorahana, alt. 1 800 m, FDHM, litière (Berlese), 23-XII-1971. Réc. Betsch. RCP Mad. 3000.

35. Massif de l'Itremo, alt. 1 630 m, FDHM, sol tamisé (Berlese), 5-I-1973. Réc. Peyrieras. RCP Mad. 3133.

36. Massif de l'Itremo, alt. 1 550 m, FDHM, litière (Berlese), 6-I-1973. Réc. Betsch. RCP Mad. 3102.

37. Massif de l'Ankaratra, alt. 2 200 m, FDHM, litière (Berlese), 12-I-1967. Réc. Betsch. Mad. 775.

38. Massif de l'Ankaratra, alt. 2 200 m, FDHM, sol 0-5 cm (Berlese), 26-IV-1967. Réc. Betsch. Mad. 850.

39. Massif de l'Ankaratra, alt. 2 100 m, FDHM, sol 0-5 cm (Berlese), 26-IV-1967. Réc. Betsch. Mad. 852.

40. Massif de l'Ankaratra, alt. 1 950 m, FDHM, sol 0-5 cm sous Araliacées (Berlese), 11-I-1972. Réc. Betsch. RCP Mad. 1042.

41. Massif de l'Ankaratra, alt. 2 200 m, FDHM, litière et bois mort (Berlese), 4-I-1972. Réc. Betsch. RCP Mad. 1058.

f — Forêt dense sclérophylle de montagne à *Philippia* : FDSMP

42. Anjavidilava, alt. 2 000 m, FDSMP, sol 0-5 cm, sous mousses (Berlese), 20-XII-1970 Réc. Betsch. RCP Mad. 318.

43. Massif de l'Ankaratra, alt. 1 950 m, FDSMP, mousses au sol (Berlese), 17-I-1972. Réc. Betsch. RCP Mad. 1053.

g — Haut fourré arbustif de montagne : HFAM

44. Angavokely, alt. 1 780 m, HFAM, litière (Berlese), 2-II-1967. Réc. Betsch. Mad. 780.

h — Prairie altimontaine : PA

45. Massif de l'Ankaratra, alt. 2 640 m, PA, sol sous pierres (Berlese), 7-I-1972. Réc. Betsch. RCP Mad. 1045.

Madagascar-Nord-Ouest (bioclimat subhumide)

Forêt dense subhumide de basse altitude : FDSBA

46. Presqu'île d'Ampasindava, alt. 250 m, FDSBA, litière (Berlese), 7-IX-1967. Réc. Betsch. Mad. 939.

Madagascar-Ouest (bioclimat sec)

Forêt dense sèche : FDS

47. Ankarafantsika, alt. 80 m, FDS, litière (Berlese), 27-III-1967. Réc. Betsch. Mad. 828.

48. Même station, litière (Berlese), 21-III-1967. Réc. Betsch. Mad. 831.

49. Ankarafantsika, alt. 200 m, FDS, litière (Berlese), 22-III-1967. Réc. Betsch. Mad. 836.

Madagascar-Sud (bioclimat subaride)

50. Réserve naturelle n° 11, partie sèche ; « bush » = forêt à Didiéréacées et *Euphorbia*, alt. 50 m, sol + tapis herbacé (Berlese), 12-III-1967. Réc. Betsch. Mad. 823.

Madagascar-Sud-Est (bioclimat humide)

a — Forêt côtière

51. Piste de Ste Luce, forêt côtière sur sable, alt. 10 m, sol 0-3 cm (Berlese), 9-XII-1971. Réc. Betsch. RCP Mad. 2009.

b — Forêt dense humide de montagne : FDHM

52 Chaînes anosyennes, massif nord ; zone sommitale, alt. 1 900 m, FDHM, litière et sol tamisés (lavage), 20-XI-1971. Réc. Peyrieras. RCP Mad. 2048.

c — Haut fourré arbustif de montagne : HFAM

53. Chaînes anosyennes, massif nord ; zone sommitale, alt. 1 900 m, HFAM à *Philippia*, sol 0-5 cm, sous mousses (Berlese), 20-XI-1971. Réc. Peyrieras. RCP Mad. 2045.

54. Même station, HFAM, fauchage de *Philippia*, 22-XI-1971. Réc. Peyrieras. RCP Mad. 2076.

Madagascar-Sud-Ouest

Forêt de moyenne altitude

55. Massif de l'Analavelona, alt. 1 250 m, forêt de moyenne altitude, lavage de terre, juin 1972. Réc. Peyrieras. RCP Mad. 2095.

Selon Cornet, 1974, ce massif culminant à 1 325 m et situé dans la zone à bioclimat subaride présente des conditions très particulières à son sommet que l'auteur assimile au bioclimat subhumide et même humide ; Morat, 1972, considère la forêt à 1 250 m d'altitude comme une forme d'altitude de la forêt de l'Ouest, sempervirente à plus de 50 %.

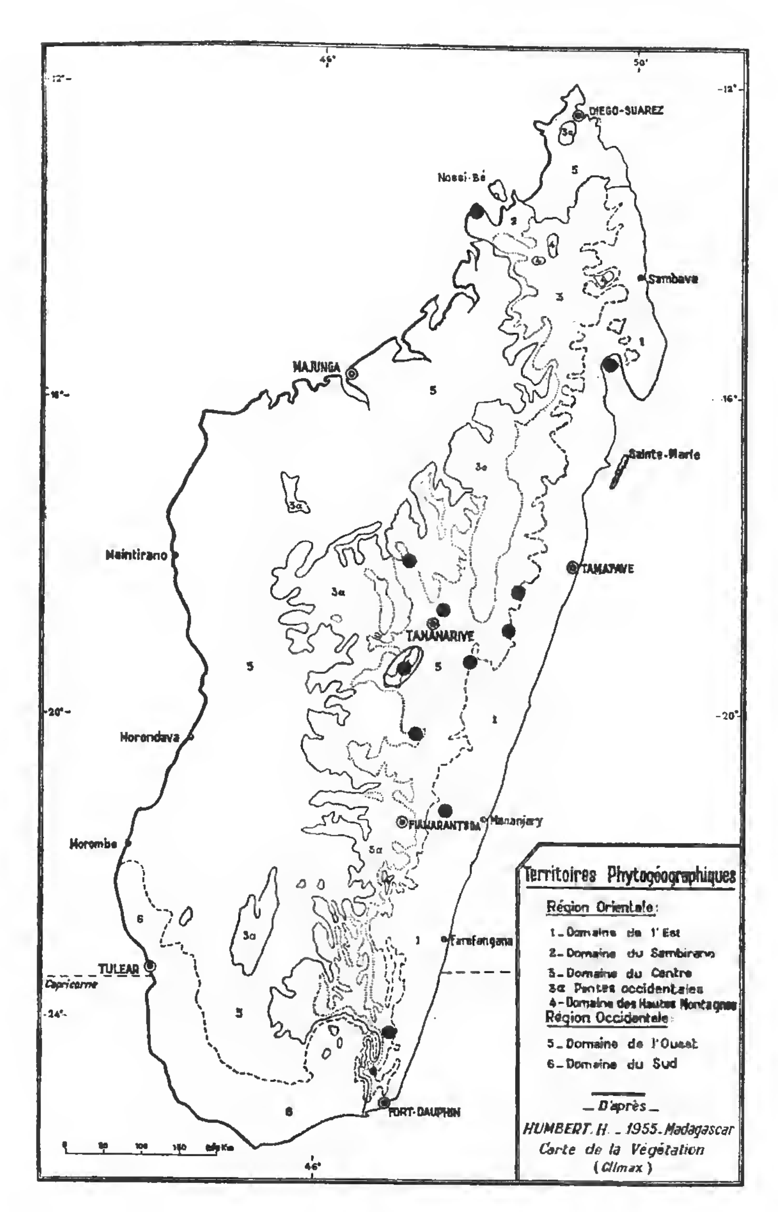


Fig. 1. — Distribution d'*Eosentomon thibaudi*.

II. Biotopes des espèces

Famille des Eosentomidae Berlese, 1909

Genre **Madagascarentomon** Nosek, 1978

Madagascarentomon condei Nosek, 1978

Localité. — **24**. Tampoketsa d'Ankazobe, FDHMA : 1 ♂, 6 ♀♀, 1 I II.

Genre **Eosentomon** Berlese, 1908

Eosentomon tapiasum Nosek, 1978

Localités. — **30**. Col des Tapias, FSMA : 2 ♂♂, 1 ♀. — **39**. Ankaratra, FDHM : 1 ♂. — **37**. Ankaratra, FDHM : 2 ♀♀, 6 I II. — **33**. Région d'Ambatofinandrahana : 1 ♀.

Eosentomon thibaudi Nosek, 1978

Localités. — **41**. Ankaratra, FDHM : 1 ♀. — **53**. Chaînes anosyennes, massif nord, HFAM : 1 ♀. — **37**. Ankaratra, FDHM : 7 ♂♂, 4 ♀♀, 2 m. j. — **28**. Tsinjoarivo, FDHMA : 1 ♀. — **23**. Tampoketsa d'Ankazobe, FDHMA : 1 ♀. — **31**. Tampoketsa d'Ankazobe, prairie : 1 ♂, 1 ♀, 1 m. j. — **30**. Col des Tapias, FSMA : 1 ♂, 1 ♀, 2 I II. — **19**. 10 km à l'est d'Ambohidray, FDHMA : 1 ♀. — **15**. Baie d'Antongil, Nosy Mangabe, FDHBA : 1 ♂. — **21**. Ranomafano, FDHMA : 1 ♂. — **25**. Tampoketsa d'Ankazobe, FDHMA : 1 m. j. — **22**. Périnet, FDHMA : 1 ♀. — **27**. Ambohimanga, FDHMA : 2 ♀♀.

Eosentomon ankarafantsikaense Nosek, 1978

Localités. — **49**. Ankarafantsika, FDS : 1♂, 3 ♀♀, 1 m. j., 1 I II. — **48**. Ankarafantsika, FDS : 1 ♀. — **47**. Ankarafantsika, FDS : 1 ♀. — **38**. Ankaratra, FDHM : 1 ♀. — **18**. 10 km à l'est d'Ambohidray, FDHMA : 1 ♂. — **20**. 6 km à l'est d'Ambohidray, FDHMA : 1 ♀. — **13**. Baie d'Antongil, Varingotra, FDHBA : 1 ♂. — **52**. Chaînes anosyennes, massif nord, FDHM : 1 ♀, 1 m. j., 1 I II. — **50**. Réserve naturelle n° 11, partie sèche, bush : 1 m. f.

Eosentomon massoudi Nosek, 1978

Localités. — **51**. Ste Luce, forêt côtière : 1 ♀. — **42**. Anjavidilava, FDSMP : 1 ♂, 1 ♀. — **33**. Région d'Ambatofinandrahana : 1 ♀. — **30**. Col des Tapias, FSMA : 4 ♂♂, 6 ♀♀, 5 m. j., 1 I II, 1 I I. — **46**. Presqu'île d'Ampasindava, FDSBA : 1 ♀.

Eosentomon françoisi Nosek, 1978

Localité. — **12**. Baie d'Antongil, Ivontaka, FDHBA : 3 ♂♂.

Eosentomon madagascariense Nosek, 1978

Localités. — **51**. Ste Luce, forêt côtière : 1 ♀. — **11**. Baie d'Antongil, Ivontaka, FDHBA : 1 ♀. — **17**. 10 km à l'est d'Ambohidray, FDHMA : 1 ♀.

Eosentomon betschi Nosek, 1978

Localité. — **16**. 10 km à l'est d'Ambohidray, FDHMA : 1 ♂, 2 ♀♀.

Eosentomon minutum Nosek, 1978

Localités. — **32**. Tampoketsa d'Ankazobe, prairie : 2 ♂♂, 2 ♀♀. — **26**. Anjozorobe, FDHMA : 1 ♀. — **11**. Baie d'Antongil, Ivontaka, FDHBA : 1 ♀. — **22**. Périnet, FDHMA : 1 ♂, 5 ♀♀, 1 m. j. — **45**. Ankaratra, HFAM : 1 ♀.

Famille des Protentomidae Ewing, 1936

Genre **Protentomon** Ewing, 1921

Protentomon milloti Condé, 1961

Localité. — **33**. Région d'Ambatofinandrahana : 1 ♀.

Famille des Acerentomidae Silvestri, 1907

Genre **Australentulus** Tuxen, 1967

Australentulus betschi Nosek, 1978

Localité. — **49**. Ankarafantsika, FDS : 2 ♂♂, 1 ♀, 4 m. j.

Australentulus dauphinense Nosek, 1978

Localité. — **53**. Chaînes anosyennes, massif nord, HFAM : 1 ♂, 1 ♀.

Australentulus delamarei Nosek, 1978

Localités. — **16**. 10 km à l'est d'Ambohidray, FDHMA : 2 ♀♀. — **26**. Anjozorobe, FDHMA : 1 m. j. — **44**. Angavokely, HFAM : 1 praeimago ♂. — **42** Anjavidilava, FDSMP : 2 ♀♀.

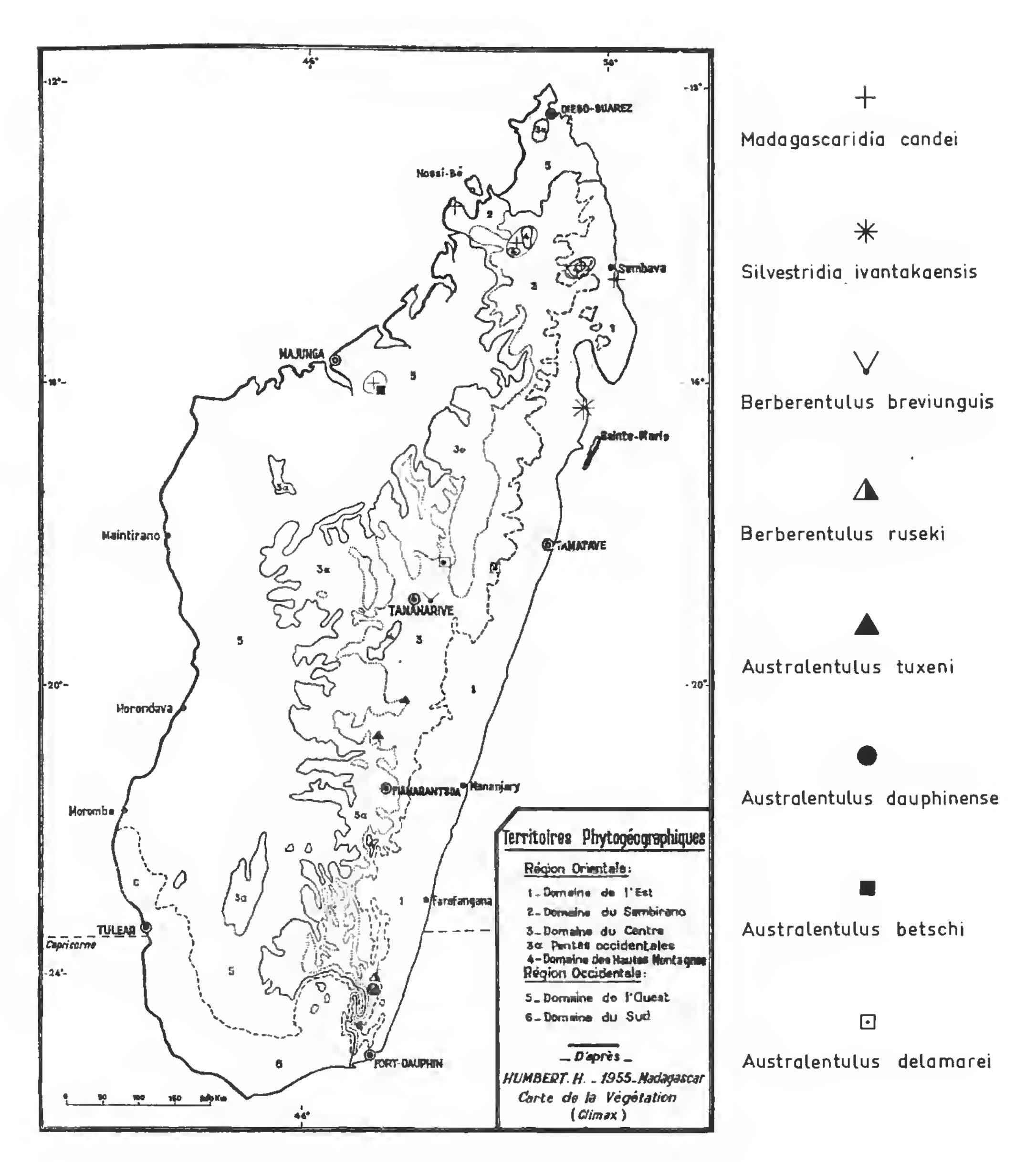


Fig. 2. — Distribution des Acerentomides.

Australentulus dituxeni Nosek, 1978

Localités. — **34**. Ambatofitorahana, FDHM : 1 ♀. — **30**. Col des Tapias, FSMA : 1 ♂.

Genre **Berberentulus** Tuxen, 1963

Berberentulus ruseki Nosek, 1978

Localité. — **54**. Chaînes anosyennes, massif nord, HFAM à *Philippia* : 1 ♀.

Genre **Silvestridia** Bonet, 1942

Silvestridia ivontakaensis Nosek, 1978

Localités. — **10**. Baie d'Antongil, Ivontaka, FDHBA : 1 ♀. — **14**. Baie d'Antongil, Varingotra, FDHBA : 1 l II.

Genre **Madagascaridia** Nosek, 1978

Madagascaridia condei Nosek, 1978

Localités. — **4**. Marojezy, FDSM : 1 ♀. — **3**. Marojezy, FDSM : 1 ♀, 1 l II. — **9**. 15 km au sud de Sambava, forêt côtière : 1 ♀. — **6**. Marojezy, fourré de montagne : 1 ♀. — **7**. Marojezy, fourré de montagne : 1 m. j. — **8**. Marojezy, PA : 2 ♂♂, 1 ♀, 2 m. j., 1 l II. — **2**. Tsaratanana, FDHM : 4 ♀♀, 5 m. j., 1 l II. — **5**. Tsaratanana, FDSM : 1 ♀. — **49**. Ankarafantsika : 3 m. j., 1 praeimago ♂. — **46**. Presqu'île d'Ampasindava, FDSBA : 1 ♀.

III. Présence des espèces de Protoures dans les différents écosystèmes

Tous les Protoures déterminés par Nosek (1978) ont été trouvés dans la litière, les mousses au sol et les horizons édaphiques supérieurs, à l'exception de celui de la station 54 (fauchage de *Philippia*) qui est peut-être un cas aberrant mais cette station est la seule à renfermer une espèce du genre *Berberentulus*. Il est également significatif qu'il n'y ait jamais plus de deux espèces d'Acérentomides dans une même station de la collection étudiée.

En commentaire rapide du tableau 1, on remarquera que les espèces de Protoures ne fréquentent pas des formations végétales bien définies. En excluant évidemment les espèces récoltées dans un seul biotope, à la rigueur deux, toutes les autres espèces sont présentes dans des types très différents de formations végétales. Parmi ces dernières espèces, *Madagascaridia condei* par exemple fréquente, dans les zones bioclimatiques humide et subhumide (cf. Cornet, 1974) du nord de l'île, la forêt côtière sur sable, la forêt dense humide de basse et de moyenne altitude, la forêt sclérophylle de montagne et le fourré de montagne sur des sols ferrallitiques plus ou moins épais, la prairie altimontaine sur sol squelettique et, dans la zone bioclimatique sèche de l'ouest, la forêt dense sèche caducifoliée ; et il ne s'agit pas ici d'un exemple d'espèce particulièrement cosmopolite.

IV. Considérations sur la phylogénie

Madagascarentomon condei Nosek, avec des sensilles prètarsaux sétiformes (à l'exception de t_1), peut être considéré comme une forme archaïque très primitive parmi les Eosentomidae.

Les espèces d'*Eosentomon* peuvent être divisées en deux groupes selon la présence ou l'absence du sensille b'_1. Au premier groupe appartiennent *Eosentomon thibaudi* Nosek, *E. massoudi* Nosek et *E. françoisi* Nosek ; le deuxième groupe comprend *E. tapiasum* Nosek, *E. ankarafantsikaense* Nosek, *E. madagascariense* Nosek, *E. minutum* Nosek et *E. betschi* Nosek.

Eosentomon tapiasum et *E. thibaudi* sont uniques par la morphologie des squama genitalis de la femelle et forment les nouveaux groupes « *tapiasum* » et « *thibaudi* » parmi les espèces d'*Eosentomon.*

Eosentomon massoudi est étroitement apparenté à *E. affine* Tuxen, 1967, par les squama genitalis de la femelle. *E. madagascariense* appartient au groupe « *adami* ». Les squama genitalis de *E. ankarafantsikaense* présentent certaines affinités avec celles d'*E. wygodzinskii* Bonet, 1950.

Les espèces du genre *Berberentulus* peuvent également être réparties en deux groupes, l'un avec les sensilles a/b et c situés au même niveau, l'autre avec b/b et d au même niveau. Au premier groupe appartient *Berberentulus ruseki* Nosek, au second *B. breviunguis* Condé.

Le genre *Australentulus* Tuxen, 1967, est représenté à Madagascar par quatre espèces appartenant à deux groupes. *A. delamarei* Nosek présente une similitude de position des sensilles *b* et *c*, très proches l'un de l'autre, avec *A. reginae* Tuxen, 1967, connu de l'Australie, et *A. hauseri* Nosek, 1976, de Malaisie (Nosek, 1976) mais diffère de ces deux espèces par l'absence de rostre. *A. betschi* Nosek et *A. dituxeni* Nosek sont étroitement apparentés à *A. noseki* Tuxen, 1967, d'Australie (Tuxen, 1967) et du sud de l'Inde (Prabhoo, 1972*b*).

Silvestridia ivontakaensis Nosek présente certaines affinités avec *S. hutan* Imadaté, 1965.

V. Zoogéographie

La répartition des 17 formes décrites est représentée dans le tableau I et les cartes 1 et 2.

Seuls *Protentomon pauliani* Condé, *Berberentulus breviunguis* (Condé) et *Protentomon milloti* ssp. *quadrisetosus* Condé sont connus hors de Madagascar : *Berberentulus breviunguis* a été récolté à Madagascar, l'île Bourbon (= La Réunion) et en Inde (Prabhoo, 1972*a*), *Protentomon pauliani* a été signalé de Madagascar, de La Réunion et d'Inde (Condé, 1961 ; Prabhoo, 1972*a*). La faune malgache des Protoures est composée d'éléments endémiques, africains et indo-australiens, ce qui concorde bien avec l'histoire géologique de Madagascar.

En conclusion, on peut dire qu'il existe des relations faunistiques distinctes entre la faune des Protoures de Madagascar et celle d'Afrique d'une part et celle de la région indo-australienne d'autre part. Avec ses données écologiques variées, tant du point de vue du climat que de la couverture végétale, Madagascar représente un problème identique à celui des îles Salomon ou des Galapagos pour l'origine des espèces.

Tableau I. — Distribution des espèces

	Madagascar-Nord									Madagascar-Est												
	1. Massif du Marojezy. FDHBA	2. Massif du Tsaratanana. FDHMA	3. Massif du Marojezy. FDSM	4. Massif du Marojezy. FDSM	5. Massif du Tsaratanana. FDSM	6. Massif du Marojezy. Fourré de montagne	7. Massif du Marojezy, Fourré de montagne	8. Massif du Marojezy. PA	9. 15 km Sud de Sambava. Forêt côtière	10. Baie d'Antongil. Ivontaka. FDHBA	11. Baie d'Antongil. Ivontaka. FDHBA	12. Baie d'Antongil. Ivontaka. FDHBA	13. Baie d'Antongil. Varingotra. FDHBA	14. Baie d'Antongil. Varingotra. FDHBA	15. Baie d'Antongil. Ile de Nosy Mangabe. FDHBA	16. 10 km à l'Est d'Ambohidray. FDHMA	17. 10 km à l'Est d'Ambohidray. FDHMA	18. 10 km à l'Est d'Ambohidray. FDHMA	19. 10 km à l'Est d'Ambohidray. FDHMA	20. 6 km à l'Est d'Ambohidray. FDHMA	21. Ranomafano. FDHMA	22. Périnet. FDHMA
Eosentomon sp.	+								+		+				+	+	+			+	+	+
Madagascaridia condei		+	+	×	+	+	+	+	+													
Silvestridia ivontakaensis										×				+								
Berberentulus ruseki																						
Australentulus dituxeni																						
Australentulus delamarei																×						
Australentulus dauphinense																						
Australentulus betschi																						
Protentomon milloti																						
Eosentomon betschi																×						
Eosentomon minutum											+											+
Eosentomon madagascariense											+						+					
Eosentomon françoisi												×										
Eosentomon massoudi																						
Eosentomon ankarafantsikaense													+					+		+		
Eosentomon thibaudi															+				+		+	+
Eosentomon tapiasum																						
Madagascarentomon condei																						

× Stations de l'holotype ; + :

de Protoures de Madagascar examinées.

Madagascar-Centre																							Mad. N-W.	Madagascar Ouest			Mad. S.	Madagascar Sud-Est				Mad S-W.
23. Tampoketsa d'Ankazobe. FDHMA	24. Tampoketsa d'Ankazobe. FDHMA	25. Tampoketsa d'Ankazobe. FDHMA	26. Anjozorobe. FDHMA	27. Ambohimanga. FDHMA	28. Tsinjoarivo. FDHMA	29. La Mandraka. FDHMA	30. Col des Tapias. FSMA	31. Tampoketsa d'Ankazobe, prairie	32. Tampoketsa d'Ankazobe, prairie	33. Région d'Ambatolinandrahana	34. Forêt d'Ambatofitorahana. FDHM	35. Massif de l'Itremo. FDHM	36. Massif de l'Itremo. FDHM	37. Massif de l'Ankaratra. FDHM	38. Massif de l'Ankaratra. FDHM	39. Massif de l'Ankaratra. FDHM	40. Massif de l'Ankaratra. FDHM	41. Massif de l'Ankaratra. FDHM	42. Anjavidilava. FDSMP	43. Massif de l'Ankaratra. FDSMP	44. Angavokely. HFAM	45. Massif de l'Ankaratra. PA	46. Presqu'île d'Ampasindava. FDSBA	47. Ankarafantsika. FDS	48. Ankarafantsika. FDS	49. Ankarafantsika. FDS	50. Réserve nat. 11, sèche. « Bush »	51. Ste Luce. Forêt côtière	52. Chaînes Anosyennes. FDHM	53. Chaînes Anosyennes. HFAM à *Ph.*	54. Chaînes Anosyennes. HFAM à *Ph.*	55. Analavelona. forêt moy. altit.
							+		+	+		+	+	+			+		+	+			+	+		+				+		+
																							+			+						
																															×	
							+				×																					
			+																+		+											
																														×		
																										×						
										×																						
			+						×													+										
																												×				
							+			+									+				+					×				
															+									+	+	×	+		+			
+		+		+	+		+	+						+				×												+		
							×			+				+		+																
	×																															

autres stations pour l'espèce.

Les éléments que l'on peut considérer comme typiquement malgaches sont *Eosentomon squamigerum* Condé, *Eosentomon tapiasum* Nosek, *Eosentomon ankarafantsikaense* Nosek, *Madagascarentomon condei* Nosek, *Madagascaridia condei* Nosek et *Silvestridia ivontakaensis* Nosek.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Condé, B., 1958. — Protoures et Diploures Campodéidés. British Museum Nepal Expedition 1954. *Proc. ent. Soc. London*, B, **27** : 189-193.

— 1960*a*. — Protoures et Campodéidés des environs de Brazzaville. *Bull. Mus. natn. Hist. nat., Paris*, **32** : 418-421.

— 1960*b*. — Un extraordinaire Protoure malgache (*Eosentomon squamigerum* n. sp.). *Bull. Mus. natn. Hist. nat., Paris*, 2e sér., **32** : 422-424.

— 1961*a*. — Un Protoure nouveau à distribution indo-madécasse. *Bull. Mus. natn. Hist. nat., Paris*, 2e sér., **33** : 318-321.

— 1961*b*. — Protoures Protentomonidés de la région malgache. *Bull. Mus. natn. Hist. nat., Paris*, 2e sér., **33** : 415-420.

Cornet, A., 1974. — Essai de cartographie bioclimatique à Madagascar. *Publ. ORSTOM, Paris*, notice explicative no 55 : 1-28, 1 carte.

Guillaumet, J.-L., J.-M. Betsch, C. Blanc, P. Morat et A. Peyrieras, 1975. — Étude des écosystèmes montagnards dans la région malgache. III. Le Marojezy. IV. L'Itremo et l'Ibity. Géomorphologie, climatologie, faune et flore (Campagne RCP 225, 1972-1973). *Bull. Mus. natn. Hist. nat., Paris*, 3e sér., no 309, Écol. Gén., **25** : 29-67.

Imadate, G., 1974. — Protura (Insecta). Fauna Japonica. Tokyo : Keigaku Publ. Co., Lts, 351 p.

Nosek, J., 1976*a*. — Towards the knowledge of tropical Protura. *Revue suisse Zool.*, **83** : 255-262.

— 1976*b*. — A new species of Protura, *Berberentulus africanus* n. sp. *Revue suisse Zool.*, **83** : 419-421.

— 1978. — Madagascarian Protura. I. Taxonomy. *Bull. Mus. natn. Hist. nat., Paris*, 3e sér. no 512, Écol. gén. 41 : 3-28.

Paulian, R., J.-M., Betsch, J.-L. Guillaumet, C. Blanc et P. Griveaud, 1971. — RCP 225. Étude des écosystèmes montagnards dans la région malgache. I. Le massif de l'Andringitra. 1970-1971. Géomorphologie, climatologie et groupements végétaux. *Bull. Soc. Ecol.*, **2** : 189-266.

Paulian, R., C. Blanc, J.-L. Guillaumet, J.-M. Betsch, P. Griveaud, et A. Peyrieras, 1973. — Étude des écosystèmes montagnards dans la région malgache. II. Les Chaînes Anosyennes. Géomorphologie, climatologie et groupements végétaux. (Campagne RCP 225, 1971-1972). *Bull. Mus. natn. Hist. nat., Paris*, 3e sér., no 118, Écol. Gén., 1 : 1-40.

Prabhoo, N. R., 1972*a*. — South Indian Protura. I. — Two new species andt hree new records of Acerentomoidea. *Rev. Ecol. Biol. Sol*, **9** : 711-718.

— 1972*b*. — South Indian Protura. II. — Two new records. *Oriental Insects*, **6** : 179-182.

Tuxen, S. L., 1964. — The Protura. A revision of the species of the world. With keys for determination. Paris, Herrmann, 360 p.

— 1967. — Australian Protura, their phylogeny and zoogeography. *Z. zool. Syst. Evolutionsforschung*, **5** : 1-53.

Tuxen, S. L., and G. Imadate, 1974. — The *Silvestridia* complex within Protura (Insecta), a revision. *Ent. scand.*, **5** : 81-94.

Manuscrit déposé le 30 juin 1977.

Bull. Mus. natn. Hist. nat., Paris, 3e sér., nº 512, mars-avril 1978,
Écologie générale 41 : 43-48.

Thermosbaena mirabilis Monod, 1924 : situation actuelle de la population du biotope-type et proposition de mesures à prendre (Crustacea, Pancarida, Thermosbaenacea)

par Henri J. Dumont *

Abstract. — *Thermosbaena mirabilis* Monod has become known from three thermal springs at El Hamma, Tunisia. One " El Baama ", was destroyed during or shortly after World War II. The second one, " Aïn Sidi âbd el Khâdr", was (June 1976) subject to reconstruction. The third and most important one, " Aïn el Bordj ", which is the type locality, has been used for recreational and curative bathing since antiquity. However, modern times have brought the usage of both desinfectants (chlorine) and ionic detergents, and the ensuing pollution has decimated *Thermosbaena* and its accompanying flora and fauna to such a degree that the survival of the species has become uncertain. It is therefore proposed that a small additional basin be built, which should be a *Thermosbaena* reserve. It should be so designed as to produce optimal ecological conditions for the animal, and be free of human interference. Both objectives can be realized at low cost and without interfering with the activities of the commercially exploited part of the hot-spring.

Depuis qu'en 1923 et 1925 L.-G. Seurat, dans le cadre de ses recherches sur la faune aquatique du Sud-Tunisien, découvrait les premiers exemplaires d'un petit crustacé aveugle qui allait devenir le type d'un ordre nouveau (Monod, 1924, 1927*a*, 1927*b*, 1940), voire d'une division nouvelle (Siewing, 1958), nombre de zoologistes ont visité les sources thermales de El Hamma de Gabès (Tunisie), où se situe la localité-type, et ont fait connaître le résultat de leurs pêches. Omer-Cooper (1928) ainsi qu'Absolon (1935) ont fait leur récolte dans la localité-type uniquement. Cette dernière, la source chaude (45°C) « Aïn el Bordj » (la source du fort), fait partie d'un nombre assez important de sources qui se situent toutes dans un périmètre de quelques centaines de mètres, et puisent leur eau dans un réservoir souterrain commun. Comme ce dernier est alimenté par un apport d'eau chaude et un apport d'eau plus froide (Solignac, 1927), ces diverses sources n'ont pas exactement la même température.

D'autre part, il est difficile actuellement d'avoir une idée précise de leur état originel. Le pouvoir curatif de leurs eaux (*aquae tacapitanae* : les eaux de Gabès) était déjà très connu dans l'antiquité, et les Romains y firent construire des thermes dont les blocs érodés

* *Zoological Institute, University of Ghent Ledeganckstraat, 35 B-9000 Ghent.*
Contribution nº 16 du projet « Limnologie du Sahara », sous contrat nº 2.0009.75 avec le Nationaal Fonds voor Kollektief Fundamenteel Onderzoek, Belgique.



Fig. 1. — « Aïn Sidi âbd el Khâdr », un des trois biotopes « historiques » de *Thermosbaena*, juin 1976. A la suite de travaux, la coupole qui recouvrait le bassin a été (temporairement ?) enlevée. La source se situe du côté droit (ombragé), qui a été reconstruit et n'offre plus de possibilités de refuge à *Thermosbaena*. Le mur en face (en plein soleil) est constitué de vieux blocs romains, avec nombre de fentes profondes. Ceci serait excellent pour l'animal, si la lumière était tempérée.

sont toujours présents dans la paroi submergée de plusieurs bassins (fig. 1). Il paraît vraisemblable que « Aïn el Bordj » qui a un débit important (180 $l.sec^{-1}$) (Solignac, 1927) et qui se trouve actuellement à 5-6 m en dessous du niveau du sol, se déversait dans une tranchée étroite et que son émergence se trouvait à l'intérieur d'une petite caverne qu'elle avait elle-même creusée. C'est une situation que l'on rencontre assez fréquemment chez d'autres sources situées autour des grands chotts en Tunisie, et moins modifiées par la main de l'homme. A « Aïn Baama » (44,5°C), deuxième source où fut découverte *Thermosbaena*, qui se situait environ à 100 m d' « Aïn el Bordj » (Bruun, 1940), l'eau sortait du sol par une petite caverne, et était ensuite conduite vers un petit bassin, « El Chria ». *Thermosbaena* fut trouvé dans la cavité, mais pas dans le bassin situé en plein air. Après la deuxième guerre mondiale, en 1950, Barker (1956, 1958) trouve la situation à El Hamma assez changée : la source « Aïn Baama » est bloquée. « El Chria » est reconstruit, mais alimenté maintenant par une source plus froide. *Thermosbaena* n'existe plus dans le site. Cependant, l'animal est retrouvé en grand nombre à « Aïn el Bordj », et une troisième station, également à moins de 100 m d' « Aïn el Bordj », est découverte : « Aïn Sidi âbd el Khâdr » (la source du seigneur, esclave de Dieu tout-puissant). Elle était recouverte d'une coupole de mosquée

et servait au bain religieux. En juin 1976, lors de notre deuxième visite au site, on était en train de reconstruire le bâtiment de la mosquée. Le bassin était, à ce moment là, à ciel ouvert (fig. 1) et un important périphyton macroscopique constitué de Cyanophycées s'était développé, qui n'existait pas du temps de Barker (1958) et de Zilch (1972).

Le dernier à avoir publié sur *Thermosbaena* est Zilch (1972). Il trouve la construction autour de « Aïn el Bordj » très changée depuis Absolon (1935) et même Barker (1958). Les installations ont été agrandies et modernisées ; en dehors des bassins pour le bain collectif (hommes et femmes séparés), il y a maintenant la possibilité de se baigner dans des cabines individuelles. Ces dernières sont couvertes et la luminosité à l'intérieur est faible. Le plan d' « Aïn el Bordj » n'a pas changé depuis (fig. 2).

Zilch a trouvé un grand nombre de spécimens de *Thermosbaena*, dans la source elle-même, ainsi que dans les bassins et les cabines privées, ces dernières étant les plus riches en spécimens (plusieurs milliers). Il en conclut que les cabines, par leur obscurité, présentaient des conditions plus favorables que les bassins à ciel ouvert, trop illuminés. En plus, un léger refroidissement de l'eau (44-43°C) constitue un facteur favorable, et Zilch démontre que *Thermosbaena* meurt à une température de 46-47°C. Ceci rend très improbable que l'animal puisse vivre dans un milieu souterrain vrai, où règnent des températures de cet ordre, et peut-être plus hautes encore (il y a des sources thermales à 70°C tout près de El Hamma). Une conclusion importante de Zilch, basée sur ses observations de 1969, est que, suite aux travaux d'agrandissement des thermes, les populations de *Thermosbaena* ont nettement proliféré.

Nouvelles données

Le 23 mars 1967, nous avons visité « Aïn el Bordj », plus précisément le bain des hommes. Les deux bassins, ainsi que la majorité des cabines privées (mais pas la cabine 1) furent échantillonnées. Aucun spécimen de *Thermosbaena* ne fut trouvé.

Le 4 juin 1976, une nouvelle visite à « Aïn el Bordj » donnait le même résultat négatif pour les bassins ; l'épouse de l'auteur put, à cette occasion, échantillonner le bain des femmes, y compris plusieurs cabines privées, mais également sans résultat. Des spécimens de *Thermosbaena*, adultes et formes larvaires (une centaine au total, dont environ une cinquantaine furent emportés), furent enfin trouvés dans la cabine 1 (fig. 2) et là seulement.

Florule et faunule associées

Dans les diverses sources thermales de El Hamma, un périphyton constitué essentiellement de Cyanophycées existe. P. Fremy (*in* Monod, 1940) cite *Symploca thermalis* Gom. comme espèce dominante, et également *Spirulina labyrinthiformis* Gom., *Oscillatoria terebriformis* Ag., *Phormidium tenue* Gom. et *P. papyraceum* Gom. Dans les échantillons de 1976, E. d'Hollander (*comm. pers.*) a retrouvé *Phormidium papyraceum* Gom., *Spirulina labyrinthiformis* Gom. et *Oscillatoria terebriformis* Gom. Trois espèces non encore citées des sources d'El Hamma furent également trouvées : *Oscillatoria formosa* Gom., *O. geminata* Gom. et *O. angustissima* W. & G. S. West. Barker (1962) dit avoir trouvé des diatomées dans le

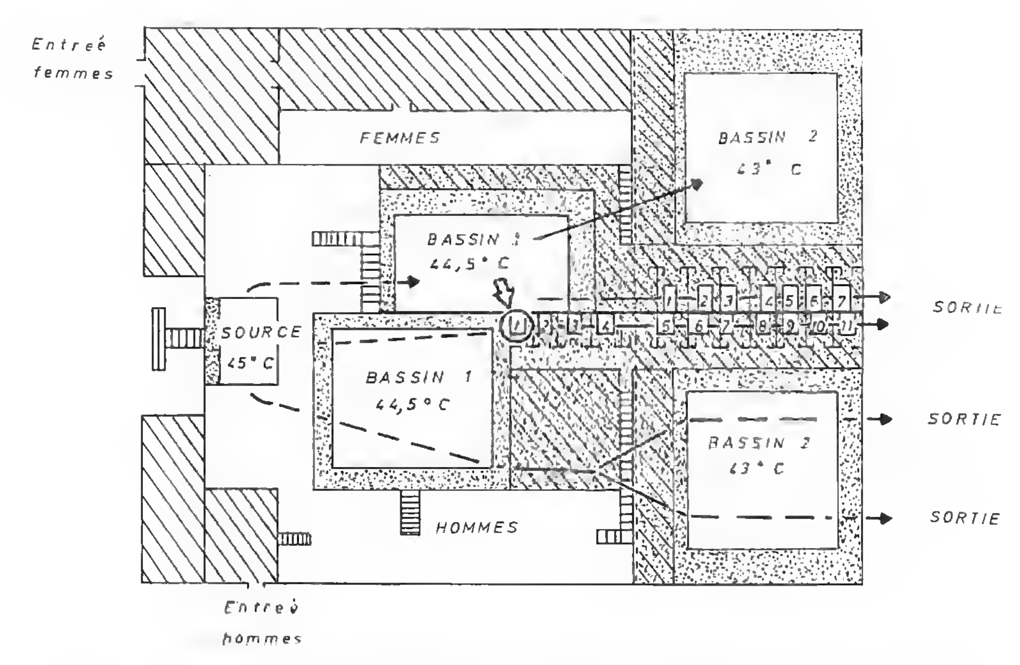


Fig. 2. — Plan de « Aïn el Bordj ». Sauf dans la source elle-même et dans la cabine 1 *Thermosbaena* y est devenu introuvable.

contenu intestinal de *Thermosbaena*. E. d'Hollander cite les espèces suivantes de mes échantillons : *Synedra ulna* (Nitzsch), *Cymbella amphicephala* Naegeli, *Cymbella affinis* Kütz, et *Nitzschia obtusa* var. *scalpelliformis* Grun. Il est possible que ces algues forment une partie importante de la nourriture de *Thermosbaena*. Il est important d'attirer l'attention sur la présence à El Hamma d'éléments animaux autres que *Thermosbaena*. En effet, dans la cabine 1 et là seulement (donc avec *Thermosbaena*), il y avait abondance de petites amibes (*Vahlkampfia* sp., probablement le groupe *guttula*) et d'un nématode cosmopolite mais thermophile, *Rhabdolaimus terrestris* De Man (dét. A. Goossens, fide L. De Coninck). Il nous semble que ces deux derniers éléments pourraient également figurer dans le régime alimentaire de *Thermosbaena*.

Régression des populations

Alors qu'en 1969, Zilch pouvait encore prétendre que *Thermosbaena* avait profité de l'expansion du complexe balnéaire, un effondrement spectaculaire s'est opéré depuis. Sauf dans la source elle-même dont, depuis quelque temps et sur initiative des autorités communales de El Hamma, l'accès a été formellement interdit, et sauf dans la cabine 1 (du côté féminin, la recherche dans les cabines est restée infructueuse mais n'a pas été conduite d'une façon aussi systématique que du côté masculin), il semble que *Thermosbaena* soit exterminé à « Aïn el Bordj ».

La raison en est évidente : l'emploi de détergents par les baigneurs. Des capsules de « shampoo » sont d'ailleurs vendues à l'entrée des thermes, aussi bien chez les hommes que chez les femmes, et l'on peut voir les capsules vides flotter à la surface des bassins. En principe, l'emploi de détergents est défendu dans les bassins 1, mais dans la pratique il y a beaucoup d'infractions. Or, les eaux thermales d'El Hamma sont salines (analyse dans MONOD, 1924), et il se forme des précipités avec les détergents ioniques. Ces paquets de précipités, mélangés à des détritus humains, se coagulent en une couche organique grise qui s'accumule sur les parois et sur les fonds, et y élimine la faune et la plupart de la flore. D'autre part, pour des raisons d'hygiène, on procède périodiquement à des désinfections de l'eau au niveau des bassins 1 en utilisant de l'hypochlorite. Ceci ne doit pas manquer de décimer les populations, mais l'effet du désinfectant n'est certainement qu'éphémère vu le grand débit de la source.

En somme, la situation d' « Aïn el Bordj », à l'exception de la source elle-même qui semble peu menacée à l'heure actuelle, se résume à ceci : les bassins 1 sont peu favorables à *Thermosbaena* parce qu'en pleine lumière. Ils ne sont que modérément pollués par les détergents, mais périodiquement désinfectés. Les bassins 2 et les cabines privées offrent de bonnes conditions d'illumination, mais sont fortement pollués, ce qui contribue à éliminer *Thermosbaena*, ainsi que les nématodes et les amibes. Dans la cabine 1, l'illumination est bonne, l'eau vient directement du bassin 1 qui n'est que faiblement polluée, et la pollution due à l'emploi de détergents par les baigneurs dans la cabine même est aussitôt rejetée grâce au débit important de la source. Ceci crée des conditions qui sont certainement loin d'être favorables à la faune, mais permettent quand même (pour combien de temps encore ?) son existence.

MESURES PROPOSÉES

Il n'est évidemment pas réaliste de songer à la fermeture des thermes qui jouissent d'une grande réputation depuis l'antiquité et reçoivent encore chaque jour des centaines de visiteurs, venant souvent d'au-delà des frontières tunisiennes, voire de l'Europe. D'autre part, il serait inadmissible que le monde scientifique n'entreprenne rien pour sauvegarder la localité-type (et presque la localité unique, étant donné les aménagements actuels de El Hamma) de *Thermosbaena mirabilis*. Il serait normal que la Tunisie considère cet animal comme un élément du patrimoine national au même titre que les grands vestiges archéologiques du pays, et c'est probablement l'attitude que les milieux officiels prendront au moment où le problème leur sera soumis.

La solution suivante nous semble à la fois réaliste et peu coûteuse : il suffirait d'installer un troisième embranchement au niveau de la source, et de le conduire vers un petit bassin (3 × 4 m de surface : environ 80 cm de profondeur) qui serait construit à côté des bâtiments existants. Les parois latérales devraient être façonnées en blocs pas trop grands, avec de nombreuses niches et fissures profondes, ce qui constitue l'habitat favori de *Thermosbaena* dans son biotope semi-naturel actuel. Le fond devrait être tapissé de nombreux blocs en pierres, permettant aux animaux d'y circuler librement. Il est possible que ceci s'approcherait davantage du biotope original, qui était vraisemblablement une petite caverne (comme à El Baama) de même que le biotope de plusieurs *Monodella*. Il y aurait

lieu d'apporter le plus grand soin aux conditions d'illumination. Probablement l'obscurité totale ne conviendrait pas, bien que l'animal soit aveugle. Il faut une certaine production organique qui lui serve de nourriture. Un facteur d'atténuation d'environ 200 par rapport à l'extérieur serait à envisager, de sorte qu'un seuil de 500 lux ne serait pas dépassé en juillet à midi. Ceci correspond plus ou moins au climat lumineux de la cabine 1 au niveau de la surface de l'eau.

Après son passage dans ce bassin, l'eau pourrait être soit reconduite à l'intérieur des thermes, soit distribuée au système d'irrigation de l'oasis de El Hamma. Ce bassin (et le petit bâtiment dans lequel il faudrait le loger) devrait évidemment être fermé au public, et son accès réservé aux scientifiques et étudiants en carcinologie. La « réserve à *Thermosbaena* » ainsi créée permettrait à l'animal de se développer dans des conditions optimales, sans qu'il soit nécessaire de modifier quoi que ce soit aux thermes mêmes. Les frais de cette installation seraient modestes. Cette mesure, très raisonnable, nous paraît devoir être prise de toute urgence.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Absolon, K., 1935. — O zevé fossilii *Thermosbaena mirabilis* z horkych vod Sahary. *Príroda, Brno*, **28** : 1-11.

Barker, D., 1956. — The morphology, reproduction and behaviour of *Thermosbaena mirabilis* Monod (note préliminaire). *Int. Congr. Zool.*, Copenhagen, **14** : 503-504.

— 1959. — The distribution and systematic position of the Thermosbaenacea. *Hydrobiologia*, **13** : 209-235.

— 1962. — A study of *Thermosbaena mirabilis* Monod (Malacostraca, Pericarida) and its reproduction. *Q. Jl microsc. Sci.*, **103** : 261-286.

Bruun, A. F., 1940 (1939). — Observations on *Thermosbaena mirabilis* Monod from the hot springs of El Hamma, Tunisia. *Vidensk. Meddr dansk naturh. Foren.*, **103** : 493-501.

Monod, T., 1924. — Sur un type nouveau de Malacostracé : *Thermosbaena mirabilis* nov. gen., nov. sp., *Bull. Soc. zool. Fr.*, **49** : 58-68.

— 1927*a*. — *Thermosbaena mirabilis* Monod. Remarques sur sa morphologie et sa position systématique. *Faune Colon. fr.*, **1** : 29-51.

— 1927*b*. — Nouvelles observations sur la morphologie de *Thermobaenas mirabilis*. *Bull. Soc. zool. Fr.*, **52** : 196-200.

— 1940. — Thermosbaenacea. *In* : Dr H. G. Bronns Klassen und Ordnungen des Thierreichs. Band 5, Abt. 1, Buch 4 : 24 p.

Omer-Cooper, J., 1928. — A glimpse of the Tunisian desert. *Vasculum*, **14** : 43-47.

Siewing, R., 1958. — Anatomie und Histologie von *Thermosbaena mirabilis*. Ein Beitrag zur Phylogenie der Reihe Pancarida (Thermosbaenacea). *Abh. math.-naturw. Kl. Akad. Wiss. Mainz*, 1957 : 197-270.

Solignac, M., 1927. — Étude sur les sources thermo-minérales de la Tunisie. Régions de Gabès et de Tunis. Service des Mines, Tunis, 67 p.

Zilch, R., 1972. — Beitrag zur Verbreitung und Entwicklungsbiologie der Thermosbaenacea. *Int. Revue ges. Hydrobiol.*, **57** : 75-107.

Manuscrit déposé le 28 juin 1977.

Achevé d'imprimer le 30 avril 1978.

Recommandations aux auteurs

Les articles à publier doivent être adressés directement au Secrétariat du *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*, 57, rue Cuvier, 75005 Paris. Ils seront accompagnés d'un résumé en une ou plusieurs langues. L'adresse du Laboratoire dans lequel le travail a été effectué figurera sur la première page, en note infrapaginale.

Le *texte* doit être dactylographié à double interligne, avec une marge suffisante, recto seulement. Pas de mots en majuscules, pas de soulignages (à l'exception des noms de genres et d'espèces soulignés d'un trait).

Il convient de numéroter les *tableaux* et de leur donner un titre ; les tableaux compliqués devront être préparés de façon à pouvoir être clichés comme une figure.

Les *références bibliographiques* apparaîtront selon les modèles suivants :

Bauchot, M.-L., J. Daget, J.-C. Hureau et Th. Monod, 1970. — Le problème des « auteurs secondaires » en taxionomie. *Bull. Mus. Hist. nat., Paris*, 2e sér., 42 (2) : 301-304.

Tinbergen, N., 1952. — The study of instinct. Oxford, Clarendon Press, 228 p.

Les *dessins* et *cartes* doivent être faits sur bristol blanc ou calque, à l'encre de chine. Envoyer les originaux. Les *photographies* seront le plus nettes possible, sur papier brillant, et normalement contrastées. L'emplacement des figures sera indiqué dans la marge et les légendes seront regroupées à la fin du texte, sur un feuillet séparé.

Un auteur ne pourra publier plus de 100 pages imprimées par an dans le *Bulletin*, en une ou plusieurs fois.

Une seule épreuve sera envoyée à l'auteur qui devra la retourner dans les quatre jours au Secrétariat, avec son manuscrit. Les « corrections d'auteurs » (modifications ou additions de texte) trop nombreuses, et non justifiées par une information de dernière heure, pourront être facturées aux auteurs.

Ceux-ci recevront gratuitement 50 tirés à part de leurs articles.


MUSEUM
NATIONAL
D'HIST. NAT.